www.farelettronica.com

Supplemento a FARE ELETTRONICA n. 274
APRILE 2008 € 6,00

PIC projects

volume 2

SPECIALE

oltre 20 nuovi progetti in C, BASIC ed ASSEMBLER utilizzando i microcontrollori PIC

i PIC utilizzati

- PIC16F84A
- PIC16F628
- PIC16F876
- PIC16C71
- PIC16F870
- PIC18F2550
- PIC16F88

Generatore Video

PIC-Videogame

Rilevatore di gas

Una chiave con chip card

Generatore di segnali

Timer programmabile

Acquisizione dati su USB

Timer per bromografo

Datalogger a 5 canali

Sintesi vocale

...e molti altri ancora!

somm
Sommario

EXTRA info

a cura di MAURIZIO DEL CORSO

...per la sete DI PROGETTI.

Possiamo orgogliosamente affermare che i lettori di Fare Elettronica sono davvero in fervente attività. Dopo la pubblicazione del volume 1 di PIC Projects nel gennaio 2007, ci sono arrivate in Redazione moltissime richieste per il secondo volume e molte proposte di progetti nuovi impieganti i PIC. Potevamo non accontentarvi? Giammai, tant'è che se leggete queste righe significa che avete già in mano l'attesissimo PIC Projects volume 2! Una raccolta di progetti più o meno complessi da realizzare che vi daranno sicuramente spunto per nuove attività. Vi ricordo che tutti i file necessari alla programmazione dei pic utilizzati nel presente fascicolo, sono disponibili per il download all'indirizzo www.farelettronica.com/pp2.

Buon lavoro!

indice per PIC

indice per linguaggio di Programmazione

Elenco inserzionisti

GENERATORE VIDEO

Per i centri di assistenza TV è uno strumento indispensabile, ma può tornare utile in tutti quei casi in cui si abbia necessità di avere una sorgente di segnale video a colori standard sicura ed affidabile

Lo strumento che questo progetto si propone di realizzare è un generatore di campioni video a colori. Costa molto meno di un suo pari grado commerciale e le sue caratteristiche possono essere riassunte come segue: campioni generati di barre a colori, di raster, di reticolo e di punti; controlli indipendenti per R, G, B, Luminanza (Y), Crominanza (C) e Burst; uscita video con segnale video composito; sistema PAL-N con possibilità di PAL-B/G/I cambiando il quarzo del colore; scan del video interlacciato con barre e raster e non interlacciato con reticolo e punti; alimentazione a 12 Vcc; assorbimento massimo di 70 mA con raster bianco. Questo generatore video non solo è in grado di generare le tre componenti RGB, ma anche di produrre il segnale video composito corrispondente con tutte le sue componenti. La prima cosa da definire è la quantità e il tipo di campioni che l'apparecchiatura deve generare in quanto da questo dipendono le caratteristiche e la complessità del circuito da sviluppare. Seguendo questo progetto, l'apparecchio è in grado di produrre i quattro campioni principali. La base dei tempi, i segnali di sincronismo e i quattro campioni principali vengono generati grazie all'impiego di un microcontrollore PIC16F84-10 il quale va programmato con l'apposito software. Come si vede in **figura 1.1** il funzionamento del software è schematizzabile con un flow chart composto da 4 blocchi principali, ognuno dei quali comprende un set completo di routine destinate a generare un'immagine completa. In **figura 1.2** è possibile vedere lo schema elettrico completo del nostro generatore video in cui riconosciamo oltre al PIC un integrato Motorola

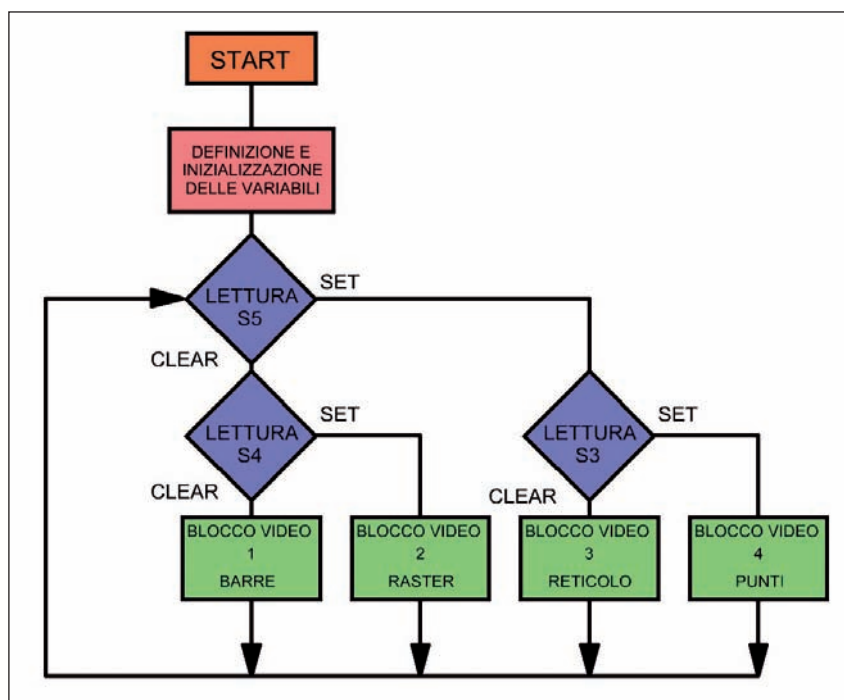



Figura 1.1: flow chart generale del funzionamento del generatore.

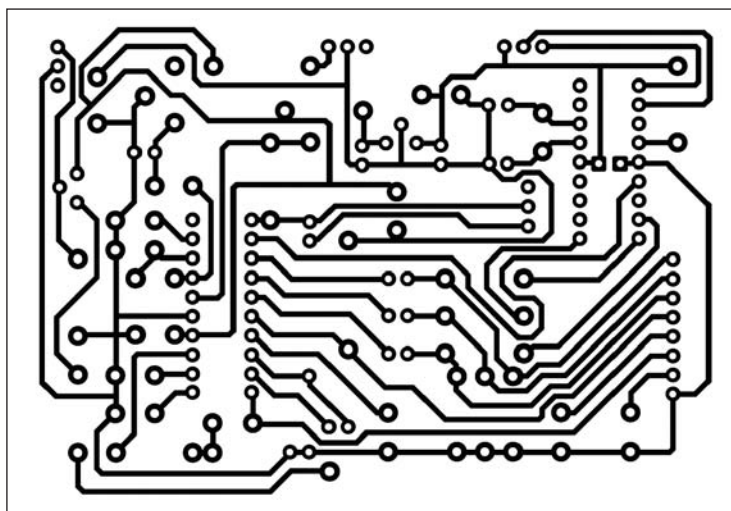



Figura 1.3: PCB lato rame del generatore video in scala 1:1.

SWITCH	FUNZIONE
S1	G ON/OFF
S2	R ON/OFF
S3	B ON/OFF
S4	PROGRAMMA
S5	PROGRAMMA
S6	Y ON/OFF
S7	C ON/OFF
S8	BURST ON/OFF
S9	POWER

Tabella 1.1: funzioni svolte dagli Switch.

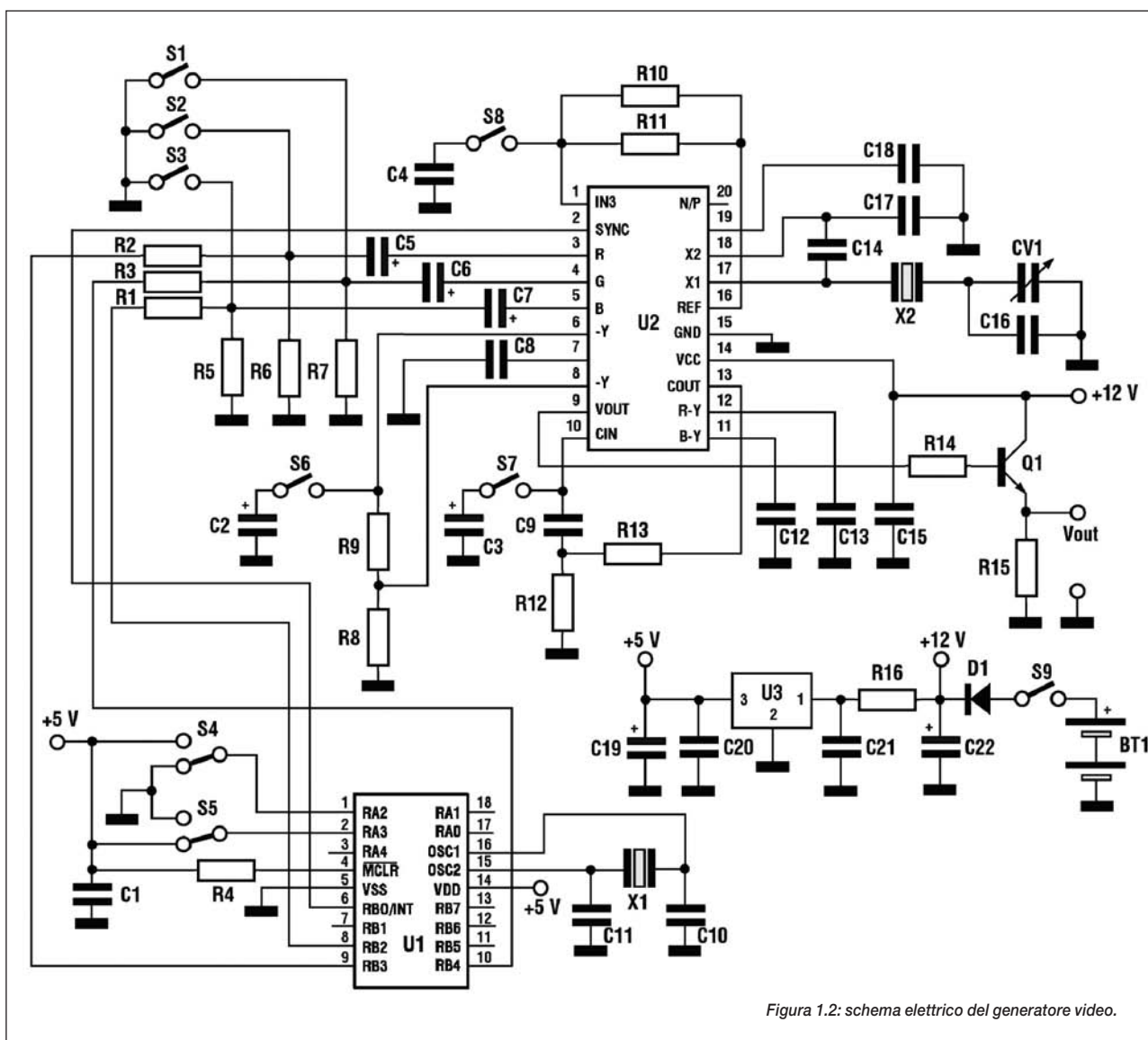



Figura 1.2: schema elettrico del generatore video.

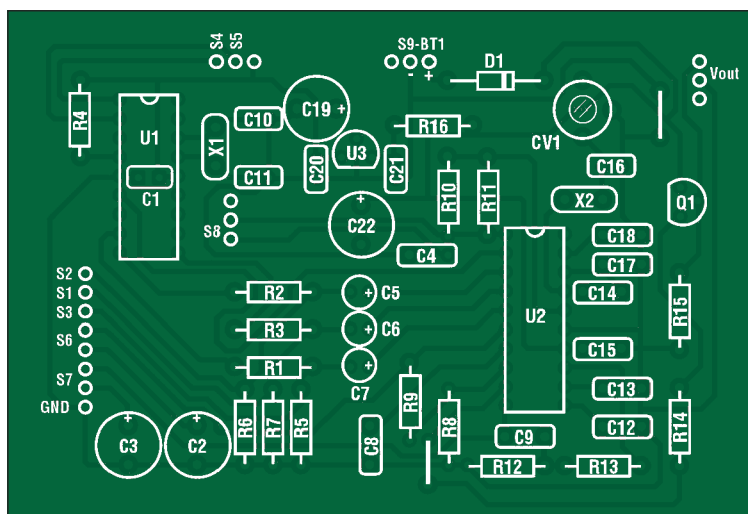



Figura 1.4: PCB lato componenti del generatore video in scala1:1.

LISTA COMPONENTI

TUTTI I RESISTORI SONO DA 1/4 W 5%	
R1-R3	3,9 kΩ
R4-R9	1 kΩ
R10	68 kΩ
R11	82 kΩ
R12	10 kΩ
R13	2,2 kΩ
R14	4,7 kΩ
R15	2,7 kΩ
R16	100 Ω
C1	condensatore da 100 nf ceramico o SMD
C2, C3, C19, C22	condensatori elettrolitici da 100 µF 16 Vl
C4	cond. ceramico da 1,5 nF
C5-C7	condensatori elettrolitici da 10 µF 25 Vl
C8-C18	condensatori ceramici da 22 nF
C9, C12, C13, C15, C20, C21	condensatori ceramici da 100 nF
C10-C11	condensatori ceramici da 15 pF
C14	condensatore ceramico da 220 pF
C16	condensatore ceramico da 18 pF
C17	condensatore ceramico da 150 pF
CV1	trimmer capacitivo da 5÷45 pF
D1	diodo 1N4007
Q1	BF494C
U1	PIC16F84-10
U2	MC1377
U3	LM78L05
X1	quarzo da 10 MHz
X2	quarzo da 3,582056 MHz
S1-S9	deviatori semplici
BT1	batteria da 12 V (8 alcaline da 1,5 V in serie)
1	connettore maschio a 8 pin da c.s. passo 2,5 mm
4	connettori maschi a 3 pin da c.s. passo 2,5 mm
1	zoccolo a 18 pin
1	circuito stampato

MC1377. L'integrato appena menzionato è un encoder RGB necessario in quanto i segnali RGB ricavati, non si addicono ad essere connessi ai ricevitori TV o ai videoregistratori bensì vanno combinati con i segnali di sincronismo al fine di ottenere un segnale video composito adatto; funzione appunto svolta dall'MC1377 (componente facilmente recuperabile da vecchie console Amiga o Commodore).
In **tabella 1.1** è possibile vedere la funzione svolta da ciascuno switch (S1-S9) i quali come si può vedere in **figura 1.3** e **1.4** non sono integrati sul PCB ma andranno collegati successivamente alle strip-line. Per il montaggio componenti assicurarsi di montare C1 sotto IC1 dal lato rame. In **figura 1.3** è riportata la traccia rame del circuito stampato del generatore in dimensioni reali; è assai semplice ricavare da questa il circuito stampato per mezzo del sistema della fotoincisione. Per quanto concerne il montaggio dei componenti, è necessario fare riferimento alla **figura 1.4** che ne mostra la pianta e la disposizione. Le raccomandazioni sono le solite: montare per prime le parti più piccole come ponticelli (sono due), resistori, diodi e connettori maschio per circuiti stampati tenendo conto che sia diodi, regolatori di tensione, transistor, circuiti integrati, e condensatori elettrolitici sono polarizzati e vanno montati nel giusto verso. Particolare attenzione va posta nel saldare il condensatore C1 da 100 nF il quale può essere sia ceramico che, ancor meglio, SMD e va montato dal lato rame alle due piazzole quadrate poste sotto al chip U1. Terminato il montaggio di tutti i componenti, effettuare un accurato controllo del lavoro eseguito e quindi connettere gli switch esterni S1÷S9, il clip per la batteria BT1 e la presa d'uscita Vout che può essere una plug RCA da pannello mantenendo il cavetto piuttosto corto. A questo punto il circuito è pronto all'uso e sarebbe opportuno montarlo all'interno di un elegante contenitore.
L'unica taratura, se così si può chiamare, riguarda CV1 per la miglior qualità dell'immagine video. ■

PIC-PONG

Tra le numerose applicazioni realizzabili con un PIC16F84, questa è senz'altro una delle più semplici e più divertenti. E' il classico pingpong di un tempo con le due racchettone ai bordi del video e la pallina che rimbalza sui bordi superiore ed inferiore dello schermo

Al giorno d'oggi, questo gioco, pur essendo abbondantemente superato dalle versioni moderne, non perde il suo fascino ben consapevole di essere stato tra i pionieri dei videogiochi. Lo schema elettrico del Pic-Pong è riportato in **figura 2.1**. Il circuito è assai semplice e sia l'audio che il video vengono generati utilizzando dei resistori esterni al micro.
La maggior parte dell'assorbimento di corrente è richiesto dall'uscita audio e l'impedenza d'ingresso dell'amplificatore deve essere compresa tra 600Ω e 100kΩ. L'impedenza dell'ingresso video è invece sempre di 75Ω perciò, sia l'audio che il video, possono essere connessi ai relativi terminali della presa Scart o audio/video del televisore o monitor. Gli switchs contenuti nei joystick richiedono dei resistori di pull-up che mantengano normalmente alti gli ingressi del micro, tale compito è affidato ai due array di resistori RR1 e RR2. Il quarzo X1 è connesso tra i terminali 15 e 16 del PIC per mezzo del resistore R26, mentre i condensatori C4 e C5 sono opzionali in quanto l'oscillatore interno di solito oscilla anche in loro assenza. Il circuito è alimentato a +5V da un regolatore standard che nello schema vediamo contrassegnato con U2, i condensatori C1-C2-C6 filtrano e disaccoppiano la linea positiva mentre il diodo D1 previene accidentali inversioni

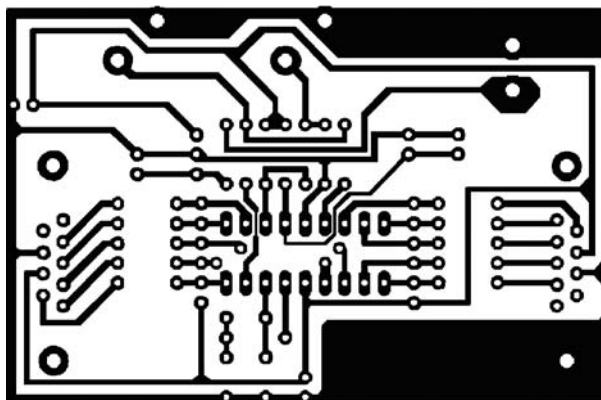



Figura 2.2: PCB lato rame del pic-pong.

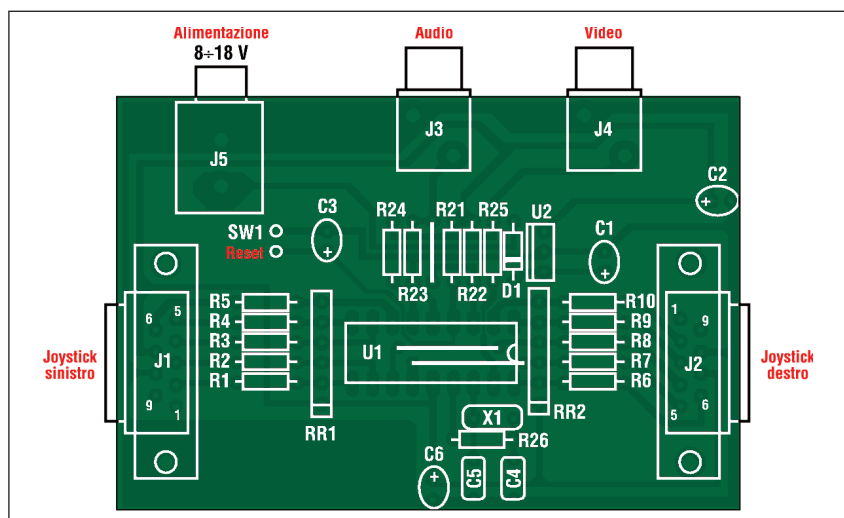



Figura 2.3: piano di montaggio componenti del pic-pong.

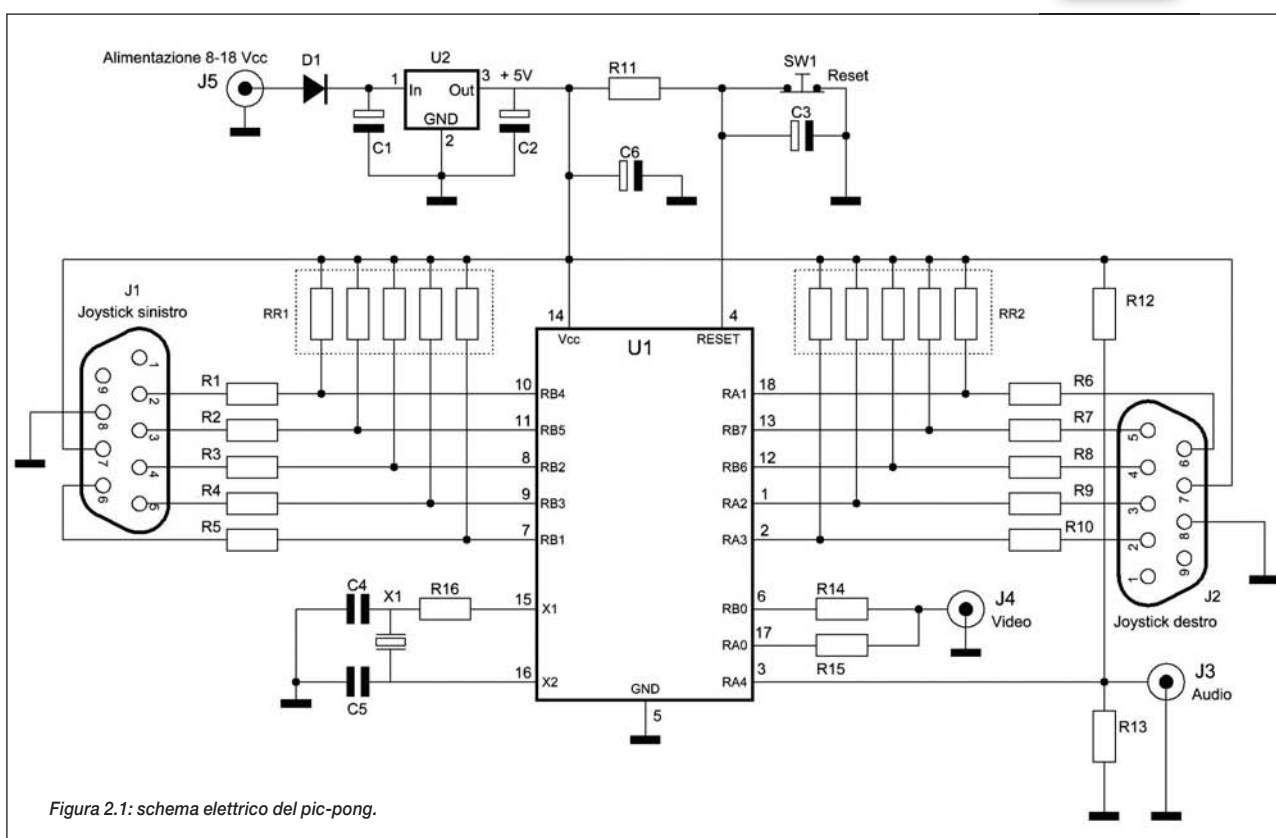



Figura 2.1: schema elettrico del pic-pong.

LISTA COMPONENTI

Tutti i resistori sono da 1/8 W 5%		**D1**	**diodo 1N4001**
R1-10	**1 kΩ**	**U1**	**PIC16F84 programmato**
R11	**10 kΩ**	**U2**	**7805**
R12	**180 Ω**	**X1**	**quarzo da 12 MHz**
R13-16	**220 Ω**	**SW1**	**pulsante N.A.**
R14	**560 Ω**	**J1-2**	**prese a 9 poli per joystick da c.s.**
R15	**1,12 Ω**	**J3-4**	**prese RCA da c.s.**
RR1-2	**array 5x100 k Ω**	**J5**	**presa jack da c.s.**
C1	**condensatore elettrolitico al tantalio da 100 µF 25 V**	**1**	**zoccolo da 18 pin**
C2-3-6	**condensatori elettrolitici al tantalio da 3,3 µF 25 V**	**2**	**ancoraggi per circuito stampato**
C4-5	**condensatori ceramici da 22 pF**	**1**	**circuito stampato**

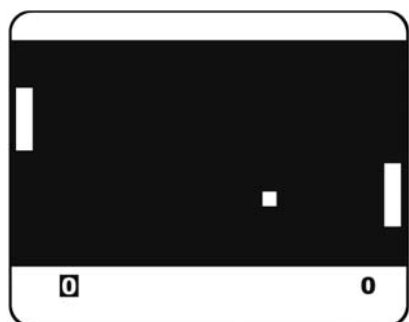



Figura 2.4: schermata del pic-pong in funzione.

di polarità. Il pulsante di reset SW1 azzera naturalmente punteggi e partita cortocircuitando a massa il terminale 4 (reset) del PIC. I valori dei componenti non sono comunque critici ad eccezione di quelli dei resistori dell'uscita video; qualora il valore di 1,12 kΩ non fosse velocemente reperibile, si può sostituire il componente con due elementi in serie da 1 kΩ e 120Ω. In **figura 2.2** è possibile vedere il circuito stampato del pic-pong, mentre in **figura 2.3** è possibile vedere il circuito col montaggio componenti dove i connettori J1 e J2 sono dedicate al joystick, J3 è l'uscita audio, J4 è l'uscita video e J5 è l'alimentazione. Una volta assemblato il circuito basterà caricare il programma sul pic per ottenere il nostro videogames funzionante come in **figura 2.4**. Lo scopo di questo progetto è quello di dare l'opportunità a chi si avvicina per la prima volta al mondo dei microcontrollori di poter effettuare esperimenti su un software molto intuitivo, e prendere maggiore confidenza con la programmazione divertendosi. ■

CRONOTERMOSTATO
PER RISCALDAMENTO

Un dispositivo in grado di impostare diverse temperature ambiente nell'arco della giornata. Mediante un display LCD e due pulsanti sarà possibile gestire una caldaia tramite relé

Il progetto qui riportato permette di realizzare un dispositivo abbastanza completo e comunque molto sicuro. In **figura 3.1** è riportato lo schema del circuito. Il sensore di temperatura IC1 è l'LM35 della National, un ottimo dispositivo che fornisce una tensione linearmente proporzionale alla temperatura. L'LM35 può misurare temperature comprese tra –55°C e +150°C. Il tipo usato nel circuito è l'LM35CZ in TO-92 plastico e lavora tra –40°C e +110°C. Tale sensore è collegato ad IC2, il convertitore analogico-digitale a 12 bit ADS7818, dotato d'ingresso differenziale, interfaccia SPI a tre fili e di riferimento interno di tensione. P1, R1 e C11 costituiscono un filtro antidisturbo che permette l'utilizzo anche in ambienti elettricamente rumorosi. Il microcontrollore IC3, un PIC16F628 della Microchip, legge la temperatura per mezzo di IC2 e visualizza l'ora e le varie informazioni su LCD1. Le impostazioni dell'orologio, delle temperature di programma e del modo di funzionamento, sono effettuate per mezzo di PSB1 e PSB2, due pulsanti collegati direttamente al controllore. La caldaia è controllata dal relè RL1, eccitato dal micro attraverso il transistor Q1, un BD135. L'alimentatore è un

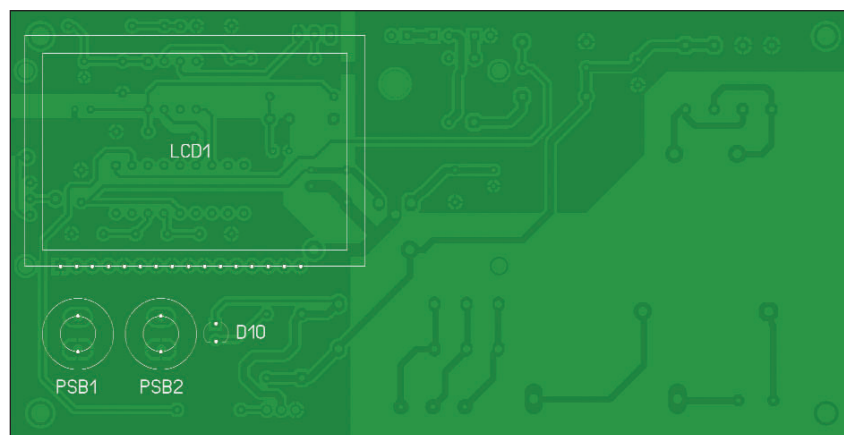



Figura 3.4: scheda montaggio per il display e i tasti.

Figura 3.5: scheda lato componenti.

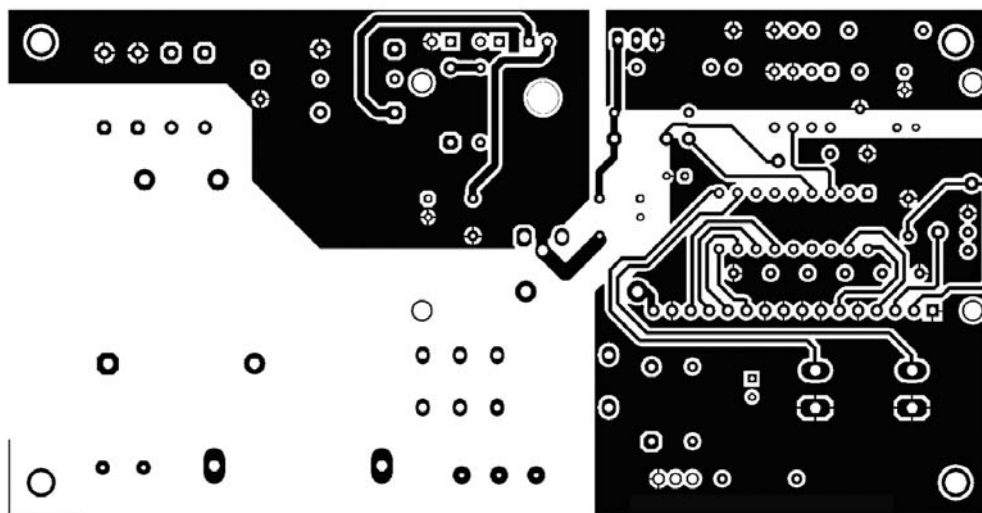
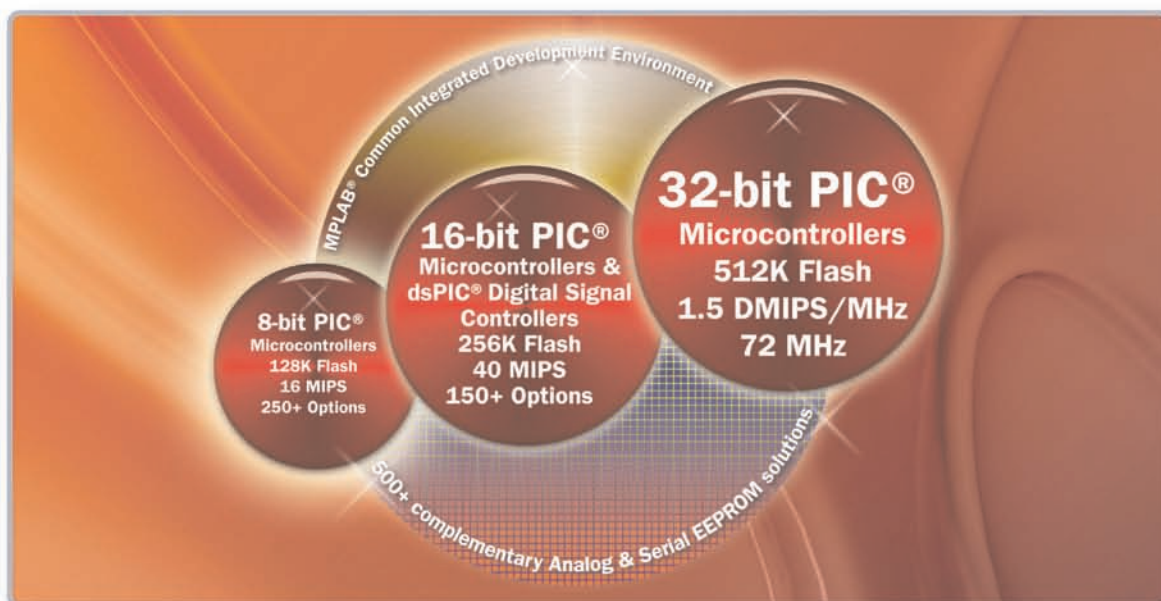
Figura 3.1: schema elettrico del cronotermostato.

LISTA COMPONENTI

C1	4.7 µF/16V (tantalio)
C2	4.7 µF/16V (tantalio)
C3	4.7 µF/16V (elettrolitico)
C4	100 nF
C5	100 nF
C6	100 nF
C7	100 nF
C8	100 nF
C9	22 pF
C10	22 pF
C11	220 nF
C12	470 µF/35V (elettrolitico)
C13	220µF/35V (elettrolitico)
C14	100µF/16V (elettrolitico)
D1	1N4148
D2	1N4007
D3	1N4007
D4	1N4007
D5	1N4007
D6	1N4007
D7	1N4007
D8	1N4007
D9	Zener 5.1V 1/2W
D10	LED
F1	fusibile da 100mA
IC1	LM35CZ
IC2	ADS7818
IC3	PIC16F628
IC4	LM7805CT
J1	SIP 2 pin
J2	SIP 2 pin
J5	SIP 2 pin
J3	Morsettiera 2 viti
J4	Morsettiera 3 viti
LCD1	Display LCD RS294-8774 Powertip
	P1, P2 trimmer 20 kΩ cermet multigiri
PSB1, PSB2	Push Button N.A.RS336-747
Q1	BD135
R1	2.2 kΩ
R2	2.2 kΩ
R4	2.2 kΩ
R3	Vedi testo
R5	4.7 kΩ
R6	10 kΩ
R7	470 Ω
R8	470 Ω 0.5W
RL1	Relè 12V Finder 40.52 DPDT
T1	Trasformatore Block VB3,2/12/1
Y1	quarzo 4MHz

classico regolatore serie, dotato però di un fusibile F1 che protegge la rete da eventuali corti sul primario di T1. Quest'ultimo è un trasformatore di sicurezza, ovvero esso può sopportare il cortocircuito sul secondario per un tempo indefinito senza danneggiarsi né incendiarsi. Dato che il cronotermostato è alimentato continuamente, 24 ore al giorno, si è cercata la massima sicurezza di esercizio. In caso di black-out, la batteria fornirà l'alimentazione al circuito eccetto che al relè e alla retroilluminazione del display il quale, in ogni caso, continuerà a funzionare. In questo caso l'assorbimento è di circa 7mA, quindi una pila alcalina a 9V assicurerà molte ore di funzionamento. Il gruppo D1-R5-C3 è il reset del micro all'accensione. Per inizializzare il PIC senza sconnettere l'alimentazione, è stato previsto il ponticello J5 che in condizioni normali deve essere chiuso. Il LED D10 indica invece lo stato del relè, mentre il trimmer P2 regola il contrasto dei display. Il circuito stampato come si vede in **figura 3.2** e **figura 3.3** è a doppia faccia con alcuni pin che devono essere saldati su entrambi i lati; va in particolare notato che Il display, il LED e i pulsanti devono essere montati sul lato opposto a quello degli altri componenti, come si vede in **figura 3.4**. Il sensore può essere montato direttamente sulla scheda (come si nota in **figura 3.5**) o, meglio ancora, può essere collegato ad un cavetto tripolare di pochi cm, in modo che sia leggermente distanziato dal contenitore che ospita la scheda. Una volta terminato il montaggio della scheda si può procedere al suo collaudo. Se non ci sono errori, regolando il contrasto con P2 si leggerà sul display l'ora (ovviamente 00:00:00), la temperatura ambiente ancora da tarare e il modo (spento). A questo punto si procede a tarare P1. Per avere una lettura stabile durante la regolazione, conviene sostituire temporaneamente il LM35 con un trimmer multigiri da 5-10K e regolarlo per avere esattamente 190mV sul pin di R1 collegato al sensore. A questo punto, sarà sufficiente regolare P1 in modo da leggere una temperatura di 19.0°C. Se si usa un'alcalina, J2 deve essere aperto. Se, invece, si utilizza un elemento ricaricabile, J2 deve essere chiuso, dopo però aver calcolato e montato R3. Per individuare R3, è necessario prima calcolare la corrente di mantenimento della pila che può essere 1/100 della capacità nominale, quindi, se la batteria è da 150mAh, la corrente deve essere di 1.5mA. Ammettendo che la tensione sul catodo di D8 sia circa 16V, la caduta su R3 sarà pari a 16-9=7V. Dividendo 7V per 1.5mA, si ottiene per R3 un valore di 4.66kΩ. Il delta, cioè l'isteresi, deve essere regolato in base alla dispersione termica dell'ambiente. In altre parole, essa impedisce che la caldaia sia accesa e spenta in continuazione, evitando quindi probabili guasti da stress elettromeccanico. Se il locale è sufficientemente isolato, una volta raggiunta la temperatura impostata esso si raffredda lentamente e, quindi, un delta di 0.1°C o 0.2°C può andare bene. Viceversa, se ci sono dispersioni termiche notevoli, è consigliabile impostare un delta di 0.5-0.6°C per evitare continui azionamenti della caldaia. ■

Figura 3.2: PCB lato rame.

Figura 3.3: PCB lato componenti.

Microcontroller Microchip PIC®
8-, 16- e ora anche 32-bit

I nuovi Microcontroller PIC®
permettono una facile migrazione ai 32-bit

- **In comune tra gli oltre 500 Microcontroller PIC® lo stesso 'Look and Feel'**
- **Vasta gamma di piattaforme di sistema Embedded**
- **Scegli il Microcontroller che meglio si adatta alla tua applicazione**
- **Sistema semplice e scalabile come richiesto**

Compatibilità Pin, Periferche e Libreria con i Microcontroller 16-bit

- **I Microcontroller 16 and 32-bit condividono Pin Layout e Periferiche**
- **Mai stato così facile migrare**

Tool di compatibilità Hardware e Software

- **MPLAB® IDE condiviso tra Microcontroller 8-, 16- e 32-bit**
- **MPLAB ICD2 e MPLAB REAL ICE già supportano PIC32**
- **La Scheda Dimostrativa Explorer 16 supporta già PIC32**

Tool Name	Description	Support
MPLAB REAL ICE	High-Speed Emulator, Debugger and Programmer	Supports 8-, 16- and 32-bit Microchip Microcontrollers
MPLAB IDE	Unified Development Environment	
MPLAB ICD2	In-Circuit Debugger and Programmer	
MPLAB C32 C Compiler	Optimising C Compiler	Supports 32-bit Microchip Microcontrollers

Microchip è l'unico produttore di device al silicio con un così ampio portfolio di Microcontroller 8-, 16- e 32-bit supportati da un ambiente di sviluppo omogeneo. Il MPLAB® IDE è facile da usare e gratuito.

Visita www.microchip.com/pic32 oggi stesso

RILEVATORE PORTATILE DI GAS

Il gas è disponibile in varie tipologie e miscele, si può avere il metano, il GPL, il gas di città, eccetera, ma un denominatore comune a tutti i tipi è purtroppo l'estrema pericolosità in caso di fuga. Per questo, presentiamo un rivelatore portatile di gas

Il progetto propone un dispositivo portatile dedicato agli installatori o a chi voglia controllare un punto preciso di una condotta o di un tubo. consentendo la rivelazione di fughe anche minime che, con il tempo, potrebbero creare zone pericolose di ristagno gassoso.
Lo strumento visualizza la presenza del combustibile su tre display a 7 segmenti ed è basato su un sensore di gas prodotto dalla Figaro il TGS813, e un PIC16F628 della Microchip.
La misura indica efficacemente anche una piccola fuoriuscita, fornendo un allarme ancora molto al di sotto della LIE di una qualsiasi sostanza (per averne una prova basta provare con un semplice accendino).
Il sensore è costituito da un elemento riscaldante e da un elemento sensibile la cui resistenza diminuisce proporzionalmente alla concentrazione di gas.
Il Costruttore non fornisce il valore di tale resistenza in assoluto, quindi sarà necessario calcolarla e per fare ciò ci si appoggia unicamente al pic senza rendere necessario l'utilizzo di un converter A/D. Come si vede in **figura 4.1** il PIC16F628 è dotato di due comparatori che andranno configurati esattamente come in figura. Per calcolare il valore della resistenza ci si riferirà al principio della carica di un condensatore in un semplice circuito RC dove la R dipende da t in modo proporzionale.

$$R = \frac{t}{C \bullet \ln\left(\frac{Vcc}{Vcc - Vc(t)}\right)}$$

In altre parole, partendo con il condensatore completamente scarico, il tempo, in µs, che intercorre tra l'applicazione dei 5 V alla resistenza e lo scatto del comparatore, corrisponde al valore in Ω della resistenza stessa.

Figura 4.1: configurazione dei comparatori interni al pic.

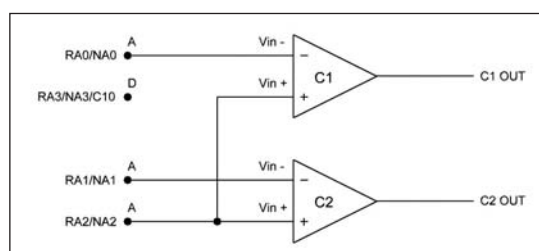



Figura 4.2: PCB lato rame.

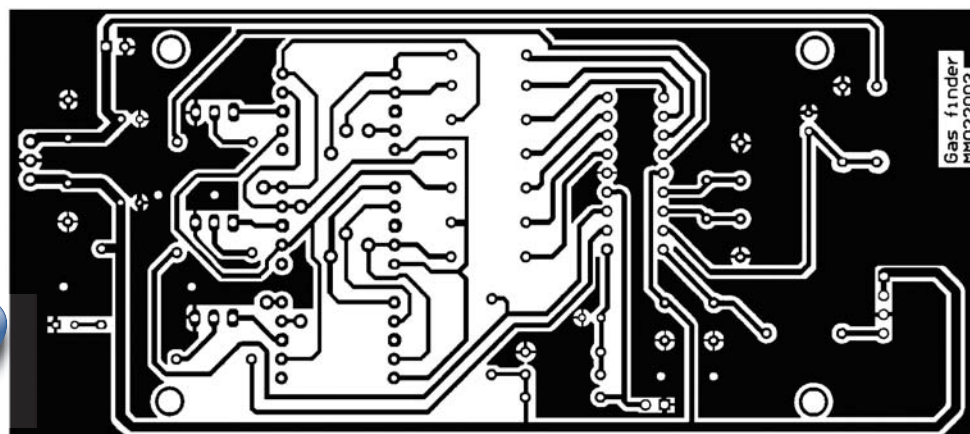
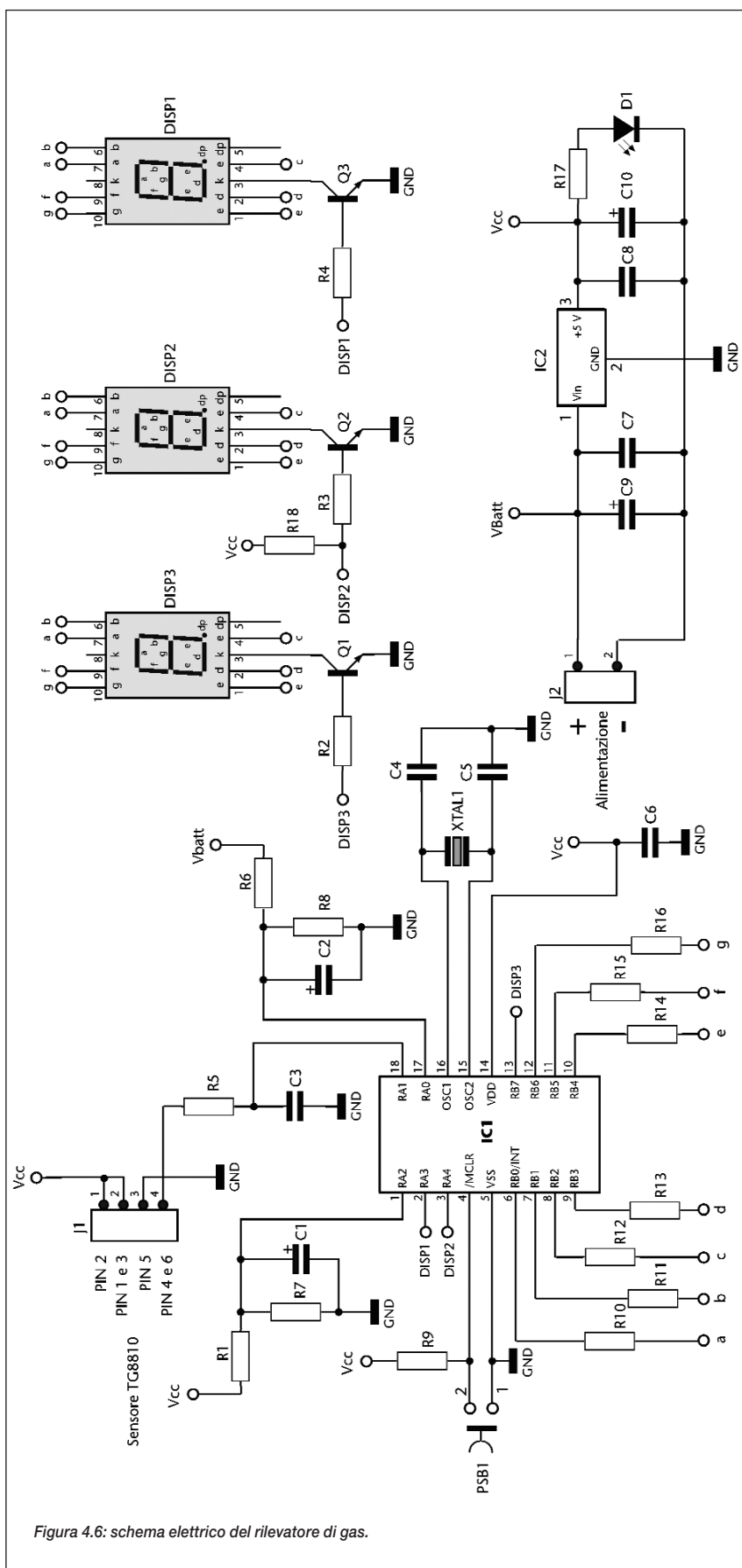



Figura 4.6: schema elettrico del rilevatore di gas.

LISTA COMPONENTI

R1	**2.2 kΩ**
R2	**2.2 kΩ**
R3	**2.2 kΩ**
R4	**1 kΩ**
R5	**470 Ω**
R6	**4.7 kΩ**
R7	**3.3 kΩ**
R8	**3.3 kΩ**
R9	**470 Ω**
R10	**470 Ω**
R11	**470 Ω**
R12	**2.2 kΩ**
R13	**470 Ω**
R14	**470 Ω**
R15	**470 Ω**
R16	**470 Ω**
R17	**820 Ω**
R18	**470 Ω**
C1	**tantalio 10 µF 16 Vl**
C2	**tantalio 10 µF 16 Vl**
C3	**poliestere 1 µF 16Vl**
C4	**ceramico 22 pF**
C5	**ceramico 22 pF**
C6	**ceramico 100 nF**
C7	**ceramico 100 nF**
C8	**ceramico 100 nF**
C9	**elettrolitico 100 µF 25 Vl**
C10	**elettrolitico 100 µF 16 Vl**
D1	**LED 3 mm**
DISP1	**TDSR5160 o equivalente (catodo comune)**
DISP2	**TDSR5160 o equivalente (catodo comune)**
DISP3	**TDSR5160 o equivalente (catodo comune)**
Q1	**Transistor BC337**
Q2	**Transistor BC337**
Q3	**Transistor BC337**
IC1	**PIC16F628 (programmato)**
IC2	**LM7805CT**
XTAL1	**Quarzo da 4 MHz**
J1	**Connettore SIP-4**
J2	**Connettore SIP-2**
PSB1	**Connettore SIP-2**

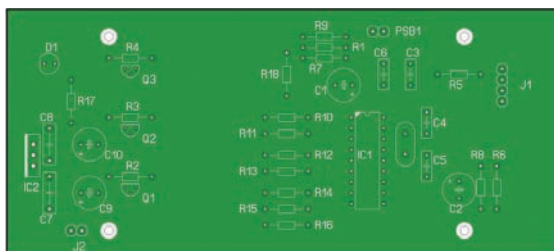
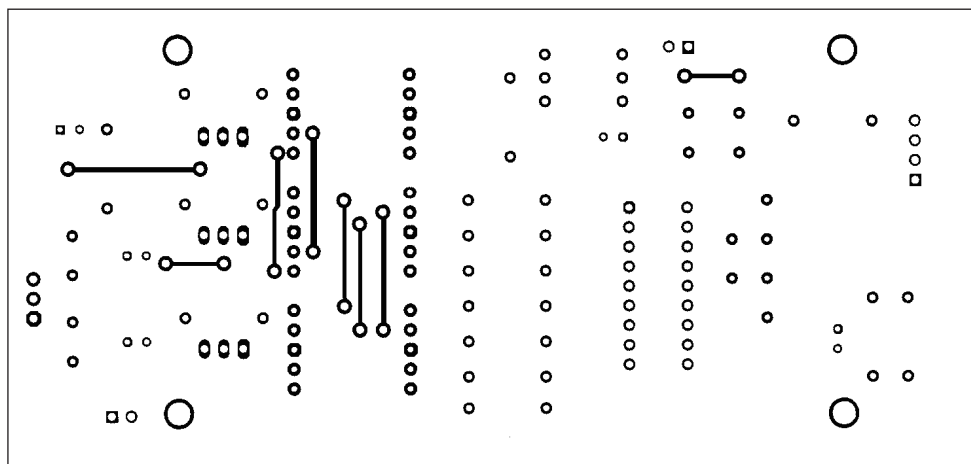



Figura 4.3: montaggio componenti.

Figura 4.5: connessione del TGS81 al connettore J1.

Figura 4.4: disposizione dei ponticelli su lato componenti.

Quindi, per misurare la resistenza del sensore, è sufficiente scaricare il condensatore, caricarlo e misurare il tempo necessario a raggiungere la soglia del comparatore. Il PIC16F628 è particolarmente adatto a realizzare questo tipo di misura. Infatti, il pin 18 può essere configurato sia come ingresso del comparatore, durante la misura del tempo di carica, sia come uscita digitale a 0 Volt, durante il processo di scarica del condensatore.

All'accensione, il firmware attende circa 60s durante i quali il sensore si riscalda. In questa fase il display visualizza la scritta "CAL". Al termine di questo tempo, sul display si leggerà una cifra variabile che tenderà a stabilizzarsi in pochi secondi. In questa fase è bene tenere lo strumento in una zona sicuramente libera dal gas, per esempio all'aperto, in modo da fare la calibrazione con il sensore alla massima resistenza. Quando la lettura sarà stabilizzata, premendo il pulsante si leggerà "000" e sarà possibile iniziare ad ispezionare il tubo o l'installazione.

Il cavo può essere lungo anche oltre il metro. Se la concentrazione di gas è tale che la resistenza totale (sensore + R5) scende sotto i 2K, il display visualizza "OUt", Se, invece, il sensore è rotto, non connesso o comunque la sua resistenza supera i 60K, il micro visualizza il messaggio "Err". Infine, se la tensione della batteria scende sotto i 7.5 V, il display indica "BAt" per avvisare che è necessario ricaricarla o sostituirla.

Come si può notare in **figura 4.2** il circuito stampato è monofaccia, il che facilita notevolmente la realizzazione. Sono presenti inoltre alcuni ponticelli **(figura 4.4)**che devono essere realizzati con del filo possibilmente isolato. A differenza di tutti gli altri componenti, i display devono essere montati sul lato saldature **(figura 4.3)**. Il sensore andrà connesso al connettore J1 come in **figura 4.5**.

Una volta terminato il montaggio, lo strumento è sostanzialmente pronto all'uso, dato che non ci sono punti di taratura.

Qualora il sensore utilizzato abbia una resistenza a riposo più alta di 50-60 kΩ, lo strumento visualizza "Err" anche dopo alcuni minuti dall'accensione. In questo caso è possibile agire in due modi. La prima soluzione consiste nel diminuire il valore di C3 a 470 o 330 nF, mentre la seconda possibilità consiste nel programmare il micro con il prescaler del timer 1 impostato a 2 o 4. ■

CB220
Controllore industriale impiegato in applicazioni e progetti che necessitano un microcontrollore programmabile o un PLC.
Il CB220 può controllare e monitorare interruttori, motori, timers, sensory, relé, valvole e molti altri dispositivi.
Il Cubloc basic ladder logic è il linguaggio usato per la programmazione. CUBLOC BASIC è simile ad altri basic presenti sul mercato e il LADDER LOGIC si avvicina agli standard PLC.

€ 50,40

CB280
Controllore industriale impiegato in applicazioni e progetti che necessitano un microcontrollore programmabile o un PLC.
Il CB280 può controllare e monitorare interruttori, motori, timers, sensory, relé, valvole e molti altri dispositivi.
Il Cubloc basic ladder logic è il linguaggio usato per la programmazione. CUBLOC BASIC è simile ad altri basic presenti sul mercato e il LADDER LOGIC si avvicina agli standard PLC.

€ 63,60

CB405
Controllore industriale impiegato in applicazioni e progetti che necessitano un microcontrollore programmabile o un PLC.
Il CB405 può controllare e monitorare interruttori, motori, timers, sensory, relé, valvole e molti altri dispositivi.
Il Cubloc basic ladder logic è il linguaggio usato per la programmazione. CUBLOC BASIC è simile ad altri basic presenti sul mercato e il LADDER LOGIC si avvicina agli standard PLC.

€ 78,00

CB290
Controllore industriale impiegato in applicazioni e progetti che necessitano un microcontrollore programmabile o un PLC.
Il CB220 può controllare e monitorare interruttori, motori, timers, sensory, relé, valvole e molti altri dispositivi.
Il Cubloc basic ladder logic è il linguaggio usato per la programmazione. CUBLOC BASIC è simile ad altri basic presenti sul mercato e il LADDER LOGIC si avvicina agli standard PLC.

€ 102,00

Study Board
Banco di studio e test per imparare ad usare rapidamente e facilmente i controllori Cubloc CB220 o CB280.
Grazie a svariate periferiche come LED, RS232, breadboard, pulsanti, interruttori ed altro, l'utente è in grado di usare e testare le funzionalità che il controllore offre.

€ 102,00

CB220 ProtoBoard
Kit per montare una semplce scheda (73x48 mm) per interfacciare il modulo Cubloc CB220 tramite porta seriale.
Sono inclusi tutti i componenti necessari ed è richiesta la saldatura.

€ 7,38

CB280 ProtoBoard
Scheda per interfacciare facilmente il modulo Cubloc CB280 con linee di I/O senza creare un nuovo circuito stampato.
Con l'aggiunta di una breadboard, la scheda si può trasformare in una banco per test e sviluppo.

€ 71,40

Quick Start Board 1000
Scheda di studio e sperimentazione per controllore CB405.
Grazie a svariate periferiche come Led, ADC, switch, pulsanti, piezo, breadboard ed altro, l'utente è in grado di usare e testare le funzionalità che il controllore offre.

€ 71,40

CB290 ProtoBoard
Scheda per interfacciare facilmente il modulo Cubloc CB290 con linee di I/O senza creare un nuovo circuito stampato.

€ 102,00

CuBASE Board-32M
Controller board per Cubloc CB280 che predispone l'interfacciamento del modulo con numerose I/O come le porte PWM, 2 porte seriali, uscite di transistor NPN, AD ecc ecc.

€ 114,00

CuBASE Board-64M
Controller board per Cubloc CB290 che predispone l'interfacciamento del modulo con numerose I/O come le porte PWM, 2 porte seriali, uscite di transistor NPN, AD ecc ecc.

€ 186,00

CuSB-22D
Sistema integrato per il controllo industriale che comprende:
- Cubloc CB280
- Scheda periferiche
- Scheda di alimentazione 24V
- Scheda a relè

€ 166,80

SSR4 Board
Scheda con 4 relè a bordo per espandere le funzionalità del controllore Cubloc.
- Tensione in ingresso: 4~32VDC
- Alimentazione: AC50~240V
- Assorbimento corrente : 0~2A
- Dimensioni: (89 x 42 x 25mm).

€ 28,26

SSR8 Board
Scheda con 8 relè a bordo per espandere le funzionalità del controllore Cubloc.
- Tensione in ingresso: 4~32VDC
- Alimentazione: AC50~240V
- Assorbimento corrente : 0~2A

€ 58,02

Relay8 Board
Scheda con 8 relè a bordo per espandere le funzionalità del controllore Cubloc.

- Interfacciamento Plug-N-Play con Cubloc e Cutouch
- ZNR per il filtraggio del rumore
- Attacco DIN-RAIL

€ 43,14

DP17-24
Alimentatore: 85V~264V in ingresso, 24V (0.7A) in uscita
- Input : AC 85V ~ 264V
- Output : DC 24V / 0.7A (17W)
- Attacco DIN-RAIL
- Dimensioni: 89mm x 51mm X 36mm

€ 34,20

CT1720
Il kit CT1720 unisce in un unico prodotto un controllore Cubloc, un PLC e un interfaccia touch screen.
Il Cutouch trova il suo impiego in tutte quelle applicazioni che necessitano di un microcontrollore programmabile o di un PLC.
Rimpiazza il vecchio metodo di collegare un display al PLC avendo già tutto integrato.

€ 442,80

CT1721
Il kit CT1721 unisce in un unico prodotto un controllore Cubloc, un PLC e un interfaccia touch screen.
Il Cutouch trova il suo impiego in tutte quelle applicazioni che necessitano di un microcontrollore programmabile o di un PLC.
Rimpiazza il vecchio metodo di collegare un display al PLC avendo già tutto integrato.

€ 478,80

PREZZI IVA INCLUSA

MICRO PLC PROGRAMMABILI IN BASIC E IN LADDER LOGIC

TIMER SETTIMANALE

Realizzazione di un timer settimanale programmabile

Il timer che si vuole implementare deve essere capace di memorizzare l'ora corrente ed il giorno della settimana, e di gestire un certo numero di eventi che controllano quando l'uscita deve essere attivata. Per ciascun evento è possibile impostare: giorno della settimana, ora di inizio, e durata. Se non si specifica un giorno preciso, l'evento verrà attuato con frequenza giornaliera. I dati e le impostazioni sono visualizzate su un display LCD 16x2, e la programmazione avviene utilizzando 4 pulsanti: "Adjust", "Select", "-" e "+". In base alla modalità selezionata i tasti possono avere diverse funzionalità. In genere Il primo serve per entrare nella modalità di modifica dei dati, il secondo per cambiare modalità (visualizzazione ora / visualizzazione eventi) o per spostare il cursore in campi successivi. Gli ultimi due servono invece per impostare i valori voluti o per scorrere i dati. Nella modalità di visualizzazione dell'ora viene appunto mostrata l'ora attuale (ore, minuti, secondi), il giorno della settimana e lo stato dell'uscita. La pressione di "Adjust" permette di modificare i valori correnti, la pressione di "Select" permette invece di visualizzare gli eventi. Premendo "+" e "-" si può attivare o disattivare manualmente l'uscita. Nella modalità di vi-

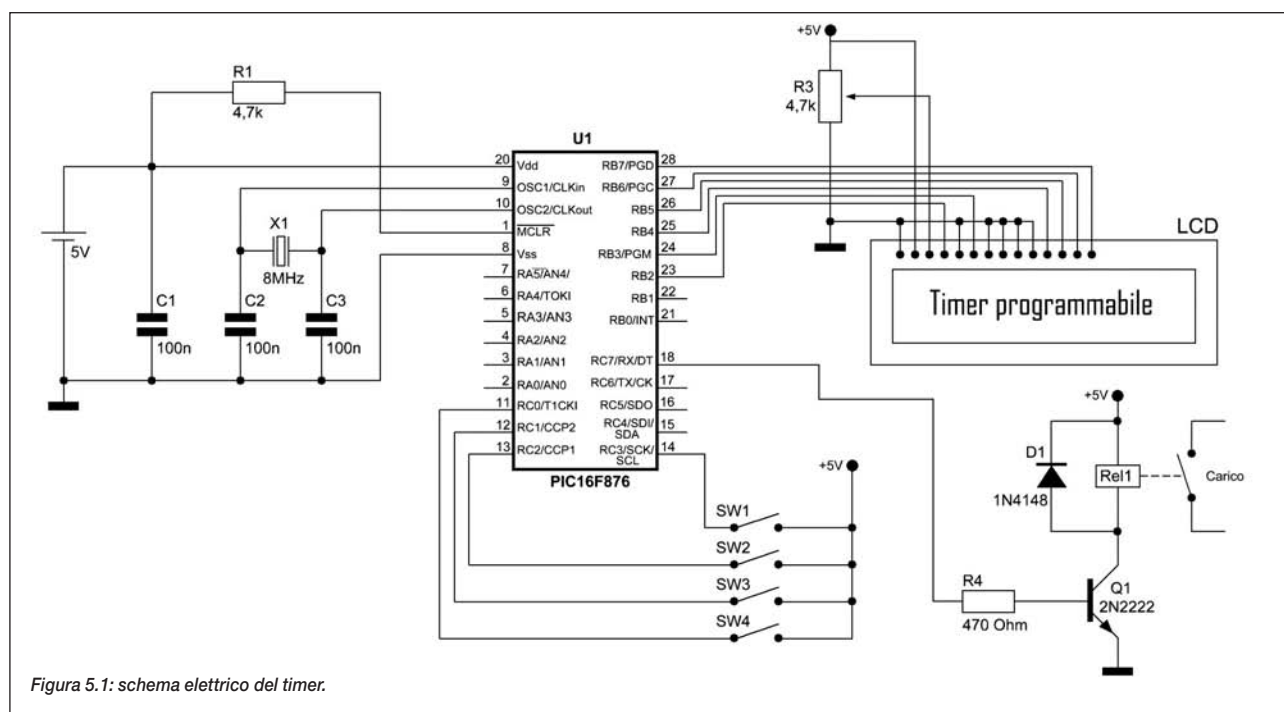
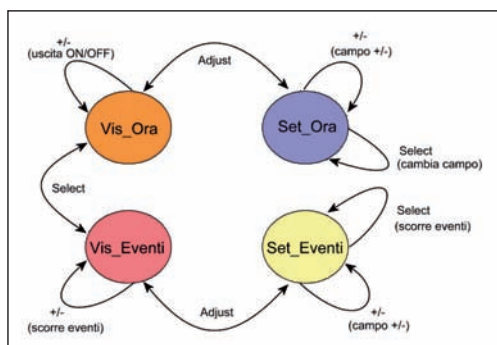



Figura 5.1: schema elettrico del timer.

LISTA COMPONENTI

R1	4,7 KΩ	LCD	display LCD 16x2
R2	470 Ω	SW1	pulsante
R3	trimmer 4,7 K	SW2	pulsante
C1	100nF	SW3	pulsante
C2	100nF	SW4	pulsante
C3	100nF	Q1	transistor 2N2222
X1	quarzo da 8 MHz	D1	1N4148
U1	PIC16F876		

sualizzazione degli eventi è possibile visualizzare, attivare ed impostare i valori di ciascuno di essi, in modo simile a quanto visto prima. Dettagli più precisi possono essere dedotti dal codice stesso e dal diagramma di stato riportato in **figura 5.2** di seguito. Lo schema elettrico del circuito che implementa il timer è riportato in **figura 5.1**, e come si può vedere è relativamente semplice. E' stato utilizzato un PIC16F876 funzionante a 8MHz, un display LCD "intelligente" 16x2 e pochi altri componenti passivi. Si sarebbe potuto utilizzare un micro più piccolo, ma si è preferito puntare sul 16F876 perché avendo a disposizione diverse porte libere, permette di aggiungere e sperimentare funzioni. Modificando il valore delle macro presenti nel file Timer.h è possibile personalizzare le ca-

Figura 5.2: diagramma degli stati del timer.

ratteristiche del timer in base alle proprie esigenze. Ad esempio se si utilizza un quarzo di frequenza diversa è sufficiente cambiare i valori di TCK_SEC e TMR0_RESET per ottenere la giusta frequenza. E' possibile aumentare o diminuire il numero degli eventi gestiti modificando il valore di N_EVENTI, e si può anche variare il piedino di uscita e la sua polarità modificando USCITA_ON e USCITA_OFF. Modificando il codice possono essere aggiunte in maniera semplice ulteriori caratteristiche interessanti, ad esempio la gestione di più uscite indipendenti o l'utilizzo di segnali esterni per condizionare determinati eventi. In particolare, si può utilizzare la porta A per acquisire segnali digitali o analogici esterni da utilizzare come abilitazione per alcuni eventi. Il codice può essere compilato senza alcuna modifica con MikroC e con piccole modifiche è possibile adattare il programma ad altri modelli di PIC. ■

GENERATORE DI FORME D'ONDA

Con l'adozione del metodo proposto in queste pagine è possibile riprodurre praticamente qualsiasi forma d'onda. Basta semplicemente gestire i vari campioni e memorizzarli all'interno del micro

Per questo tipo di applicazione adotteremo un convertitore D/A a resistori pesati composto da una rete di resistori collegati ad altrettante porte digitali che ovviamente consente di ottenere una grandezza analogica, partendo da una digitale.
La risoluzione della conversione dipende dal numero di resistenze utilizzate. Il valore di ogni resistenza deve risultare il doppio della precedente, in modo da realizzare dei "pesi" ed ottenere dei valori sicuramente non riproponibili. Si è scelto questo metodo per svariati motivi: per primo, essendo il circuito privo di elementi capacitivi, si ottiene una velocità di elaborazione e di produzione molto alta, senza rallentamenti indotti da effetti transitori e costanti di tempo. Inoltre non è necessario collegare alcun filtro in uscita in quanto non è presente alcuna componente ad alta frequenza.
Lo schema elettrico adottato è visibile in **figura 6.1**. Il microcontrollore utilizzato è un PIC16F84, utilizzante un quarzo da 4 Mhz assieme ai relativi condensatori di oscillazione da 22 pF. Il carico è rappresentato da una resistenza da 220k, un valore sufficientemente alto per non "caricare" troppo il segnale. Più elevato è il suo valore e minore sarà la sua l'influenza sulla tensione in uscita. Come si vede dallo schema elettrico di **figura 6.1**, i valori scelti delle resistenze non sono commerciali e pertanto non si trovano sul mercato. È possibile però raggiungere perfettamente la grandezza desiderata, collegando opportunamente alcune resistenze tra loro. La **tabella 6.1** scaricabile dal sito di Fare Elettronica, si è ottenuta tramite un software appositamente ideato, mostra tutti i valori analogici ottenibili combinando gli otto ingressi digitali. Qualora non si volesse far riferimento alla **tabella 6.1** è possibile utilizzare la formula teorica per ricavare il valore della tensione digitale (per otto bit):

$$V_u = \frac{V_r}{2^n}(S_7 \bullet 2^7 + S_6 \bullet 2^6 + \\ + S_5 \bullet 2^5 + S_4 \bullet 2^4 + S_3 \bullet 2^3 + \\ + S_2 \bullet 2^2 + S_1 \bullet 2^1 + S_0 \bullet 2^0)$$

dove:
- VU è la tensione analogica d'uscita che si vuole ottenere;
- VR è la tensione di alimentazione di riferimento massima;
- n è il numero di ingressi digitali utilizzati;
- Sn è lo stato digitale del bit considerato.

Prima di addentrarsi nella generazione di un'onda completa si analizza la generazione di una singola tensione analogica fissa. Utilizzando lo schema elettrico di **figura 6.1**,

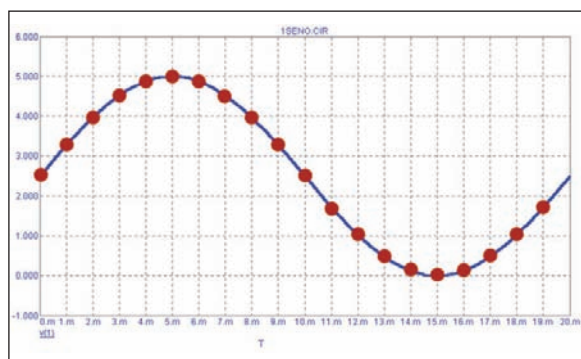



Figura 6.2: onda sinusoidale da riprodurre.

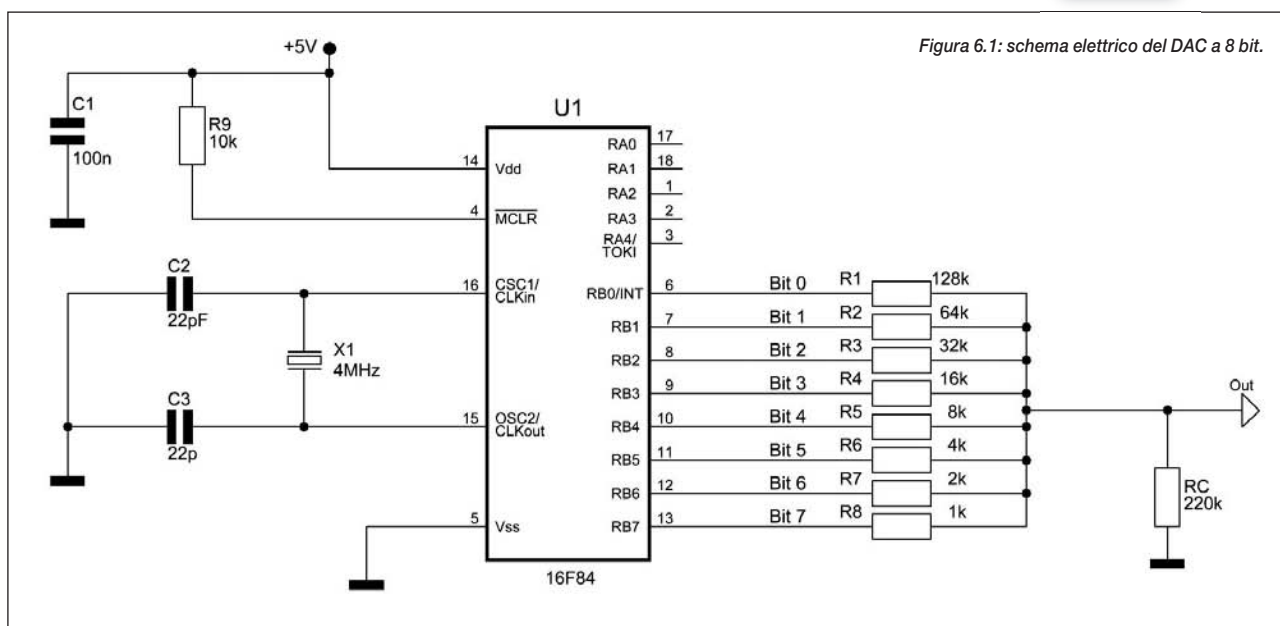



Figura 6.1: schema elettrico del DAC a 8 bit.

LISTA COMPONENTI

R1	**128000 Ω (33 KΩ+39 KΩ+56 KΩ)**	**R9**	**10 KΩ**
R2	**64000 Ω (15 KΩ+22 KΩ+27 KΩ)**	**RC**	**220 KΩ**
R3	**32000 Ω (10 KΩ+22 KΩ)**	**C1**	**100 nF**
R4	**16000 Ω (1 KΩ+15 KΩ)**	**C2**	**22 pF**
R5	**8000 Ω (3,3 KΩ+4,7 KΩ)**	**C3**	**22 pF**
R6	**4000 Ω (1,8 KΩ+2,2 KΩ)**	**X1**	**quarzo da 4MHz**
R7	**2000 Ω (1 KΩ+1 KΩ)**	**U1**	**PIC16F84**
R8	**1000 Ω (1 KΩ)**		

si deve ottenere in uscita una tensione di circa 3,3 Volt per alimentare, ad esempio, un ulteriore MCU.
È ovvio che per generare tale differenza di potenziale occorre "attivare" alcune uscite, lasciando al potenziale di massa le altre. Per stabilire quali sono le porte coinvolte, consultate la **tabella 6.1**, sino a trovare il valore analogico di circa 3,3 Volt. Ad esso corrisponde un valore digitale di 17110 che in base binaria corrisponde a 101010112. Il software Basic che eseguirà tale compito è riportato nel **listato 1**.
Si riporta come esempio la generazione di un'onda sinusoidale di cui si effettua una campionatura ogni 1mS; come si può notare in **figura 6.2** si otterranno 20 campioni che andranno inseriti in un vettore e forniti al microcontrollore.
Tali campioni dovranno poi essere riprodotti all'interno di un ciclo con un intervallo di tempo pari ad un millisecondo (nel caso in analisi). In tale maniera la PORT-B assumerà, di volta in volta, il valore delle cifre binarie memorizzate e, grazie alla rete dei resistori pesati, il valore analogico sarà disponibile all'uscita. Basta infine ripetere il ciclo all'infinito per ottenere un'onda costante nel tempo.
Il software basic che eseguirà tale compito è riportato nel **listato 2**. ■

LISTATO 1

```
rem Utilizzo dei pesi
rem per ottenere 3,3 Volt

program dac

portb=0'Azzera portb
trisb=0'definisce PORTB in output
portb=171     'Imposta la PORTB con i
      'bit utili per ottenere 3,3V
      'oppure 10101011 in binario
end.
```

LISTATO 2

```
rem Generazione di una
rem onda sinusoidale

program dac
const campione as
byte[20]=(130,169,205,233,251,255,251,233,205,169,130,89,53
,24,6,0,6,24,53,89)
main:
dim k as byte
portb=0'Azzera portb
trisb=0'definisce PORTB in output
while true    'Ciclo infinito
   for k=0 to 19
     'Legge e riproduci campioni
     portb=campione[k]
     'Attesa 1 millisecondo
     delay_ms(1)
   next k
wend
end
```

SINTESI VOCALE

Usando questa tecnica è possibile far riprodurre al fedele PIC qualsiasi parola. Risultati migliori, in termini di lunghezza e qualità si potranno ottenere utilizzando il modello 16F876

Far pronunciare delle frasi al microcontrollore non è proprio cosa facile. Il metodo utilizzato prevede due fasi distinte:

- **1**- La raccolta delle tensioni analogiche del segnale sonoro e loro conversione in un valore corrispondente digitale, ossia una tecnica che prende il nome di campionamento (ADC).
- **2**- La riproduzione, da parte del microcontrollore, di tutti i dati digitali, tramite un DAC, al fine di ricostruire il messaggio iniziale.

Esistono delle regole alle quali affidarsi per l'esecuzione di un ottimo campionamento, la principale afferma che la minima frequenza di campionamento, idonea a ricostruire fedelmente il segnale originario, deve essere almeno pari al doppio della frequenza più alta in esso contenuta.
Purtroppo, data l'esigua capacità del microcontrollore utilizzato, la frequenza impiegata in questo progetto sarà pari a 3.000 Hz, ossia ai limiti della comparsa dell'effetto di Aliasing.
Le informazioni sulla voce registrata comprendono centinaia di dati da memorizzare, e va notato che il 16F84 ha una RAM di soli 68 byte. Per ovviare a problemi di spazio Il compilatore Mikrobasic consente di "allocare" nella memoria Flash di programma, le informazioni, attraverso il comando const, che permette di ottiene il massimo rendimento, in maniera impropria ma perfettamente funzionale.
Per il progetto in questione si adotterà un DAC a resistori pesati con 8 ingressi digitali, un'uscita analogica, 256 tensioni ottenibili, range di copertura 0-5Vcon risoluzione di 19,6mV. Come si vede dallo schema elettrico in **figura 7.1**, i valori scelti delle resistenze non sono commerciali,è possibile però raggiungere perfettamente la grandezza desiderata, collegando opportunamente alcune resistenze tra loro.
Come primo passo Iniziamo dalla registrazione del segnale sonoro. Questa operazione serve principalmente per raccogliere i dati numerici corrispondenti alle varie ampiezze del segnale periodico.
Per lo scopo si è utilizzato il programma shareware "Goldwave", ottimo per l'analisi e l'elaborazione del suono. Una volta approntato il microfono ed impostato correttamente il mixer, possiamo avviare il software sonoro e creare un nuovo file. Ovviamente il campionamento deve avvenire a "bas-

Figura 7.2: grafico dei dati presenti sul foglio elettronico.

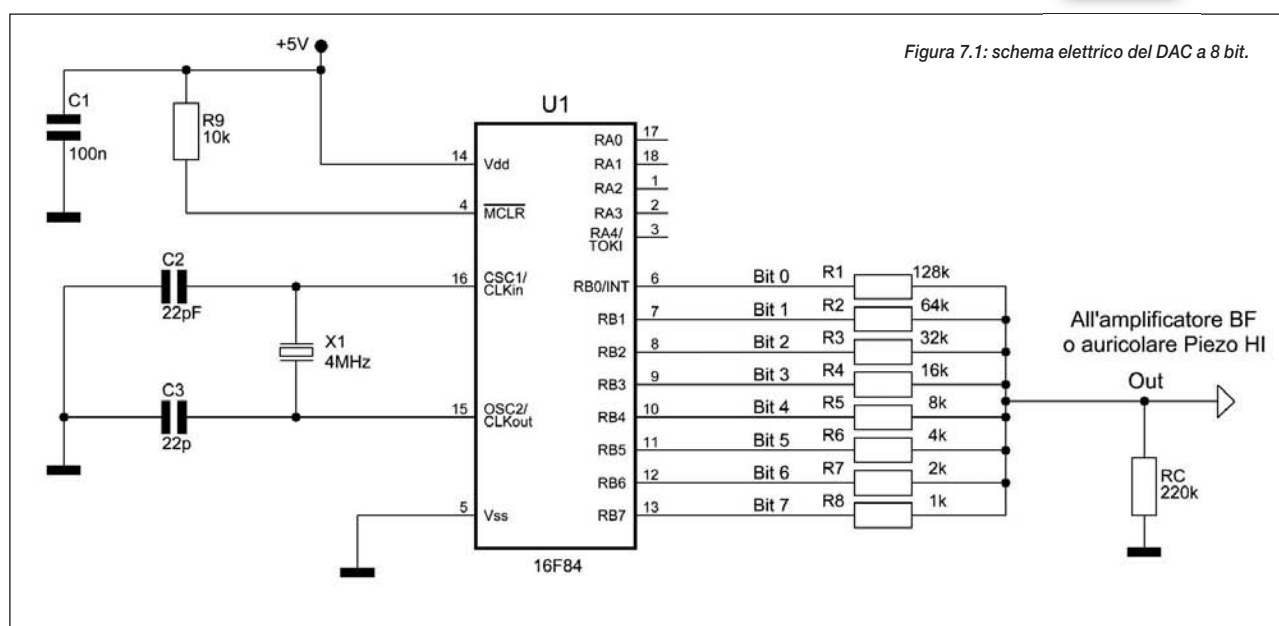



Figura 7.1: schema elettrico del DAC a 8 bit.

LISTA COMPONENTI

R1	128000 Ω (33 KΩ+39 KΩ+56 KΩ)		R9	10 KΩ
R2	64000 Ω (15 KΩ+22 KΩ+27 KΩ)		RC	220 KΩ
R3	32000 Ω (10 KΩ+22 KΩ)		C1	100 nF
R4	16000 Ω (1 KΩ+15 KΩ)		C2	22 pF
R5	8000 Ω (3,3 KΩ+4,7 KΩ)		C3	22 pF
R6	4000 Ω (1,8 KΩ+2,2 KΩ)		X1	quarzo da 4MHz
R7	2000 Ω (1 KΩ+1 KΩ)		U1	PIC16F84
R8	1000 Ω (1 KΩ)			

sa risoluzione" per motivi di memoria del PIC, per cui scegliamo una traccia Mono, avente un Sampling Rate di 3000 ed una durata di 10 secondi.
Una volta registrata la voce se si riascolta la traccia si può notare che in effetti somiglia poco a quella reale, questo perché i parametri di campionamento sono stati scelti molto bassi. Il segnale audio presenta molto spazio di silenzio sia prima che dopo la parola, tale silenzio è indesiderato e quindi risulta comodo effettuare un "Trimming" ossia un taglio per isolare solo la parte vocale utile.
Come secondo passo dobbiamo memorizzare i campioni in formato numerico. In questo modo possiamo esportare la forma d'onda ottenuta in un formato numerico ascii. Per eseguire l'operazione occorre accedere al menù File di Goldwave, selezionare la voce Save As (Salva con nome) e impostare come formato di output il Numerical Text e come attributo ASCII integer mono; in tal modo verrà creato un file di testo elencante tutti i campioni utilizzati nella traccia audio. Esaminiamo la parte iniziale del file di testo prodotto. La prima riga costituisce un'intestazione che riporta, tra l'altro, la frequenza di campionamento (3000 Hz) e, soprattutto, il numero di campioni memorizzati, nel nostro caso ben 1374 (solo per dire la parola "Mamma") un numero ben superiore a quello che il nostro pic può contenere.
Come terzo passo si crea un foglio elettronico che andremo a riempire con i valori del file di testo appena generato avendo cura di prenderli solo dalla seconda riga in poi. tutti i campioni trattati sono del tipo signed integer con dominio compreso tra 32768 e -32767. occorre per tanto traslare tutti i campioni in un range positivo da 0 a 65535.
Per ottenere tale risultato si crea una nuova colonna (colonna B) nel foglio elettronico e si inserisce nella cella B1 e nelle seguenti la formula =A1+32767
Una volta traslati i campioni in un range positivo è possibile adeguarlo per adattare i valori della seconda colonna a quelli compatibili all'uso con il microcontrollore, di tipo byte. Per fare ciò occorre creare sul foglio elettronico una terza colonna che preveda una proporzione, proprio per restringere il campo dei valori ai limiti 0-255. La formula da inserire nella cella C1, e poi su tutte le altre sottostanti, è la seguente: =B1*255/65535
Dal momento che i campioni devono essere memorizzati in formato byte, occorre eliminare la parte decimale con un ulteriore formula. La formula che andrà inserita nella cella D1 e successive, è la seguente: =INT(C1+0,5)
Per effettuare la verifica dei dati elaborati, si selezionino tutti i valori contenuti nella colonna D del foglio elettronico e si crei un grafico "a linee". Dovrebbe apparire la rappresentazione di **figura 7.2**.
Grazie al firmware programmato nel pic potremo riprodurre il segnale audio. Il segnale prodotto nell'altoparlante dell'amplificatore audio, o nell'auricolare ad alta impedenza, è affetto da una leggera percentuale di Aliasing. Del resto con una digitalizzazione a 3 KHz non possiamo pretendere di più.
In ogni caso il messaggio riprodotto è perfettamente chiaro. ■

Grazie a questo progetto sarà possibile ottenere una specie di metro elettronico per misurare spazi fino a un chilometro sfruttando semplicemente un pic

CONTA METRI

Per questo progetto i due componenti principali sono: il rilevatore di giro (contatto Reed) e l'unità di elaborazione. La prima, sistemata sulla ruota, permette la rilevazione del giro, comunicandolo alla unità intelligente. La seconda, coordinata da un microcontrollore, conta, converte e visualizza i risultati sul display a sette segmenti. Il contatto Reed si può idealizzare come un interruttore che si chiude in presenza di un campo magnetico nelle immediate vicinanze. L'unità di elaborazione è il vero e proprio "cervello" dell'applicazione, in quanto sovrintende a tutte le operazioni matematico-logiche della procedura. È naturalmente supportata da un microcontrollore, che consente, con relativa semplicità, di prevedere tantissime tipologie di operazioni, tutte on-chip. È organizzata in due circuiti diversi: la centralina di comando ed il display vero e proprio. Lo schema elettrico della centralina di comando risulta essere alquanto semplice come si vede in **figura 8.1** e nei relativi PCB di **figure 8.3** e **8.4**. Il piedino RB7 del micro, è configurato quale ingresso, essendo collegato al contatto Reed presente sulla ruota. La rete RC formata da R10 e C4 assicura l'assenza di rimbalzi nei contatti del Reed. Le porte da

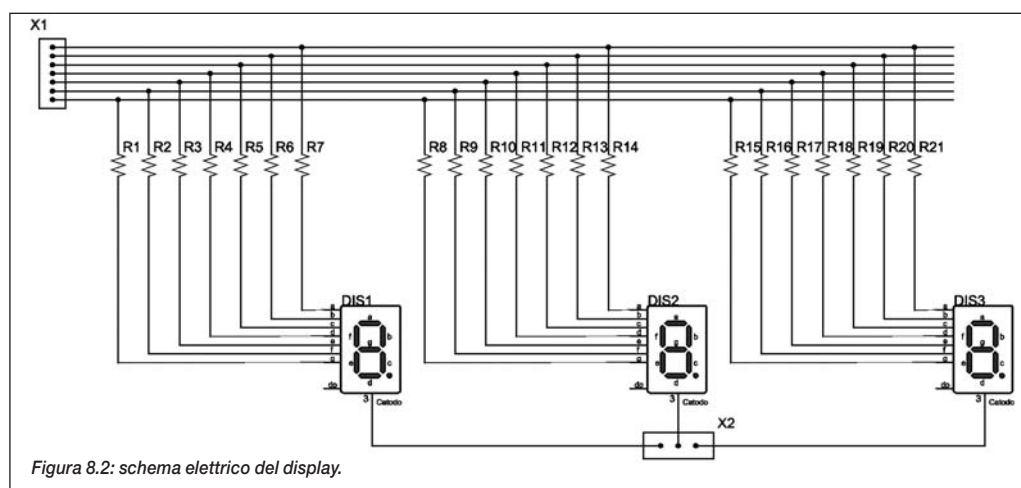



Figura 8.2: schema elettrico del display.

Figura 8.3: PCB lato rame in scala 1:1 della centralina di comando.

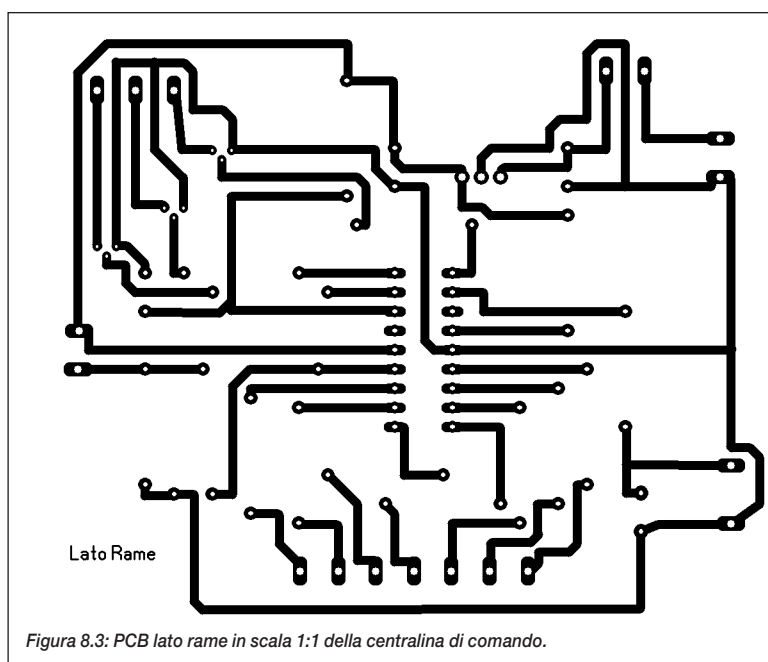



Figura 8.1: schema elettrico della centralina di comando.

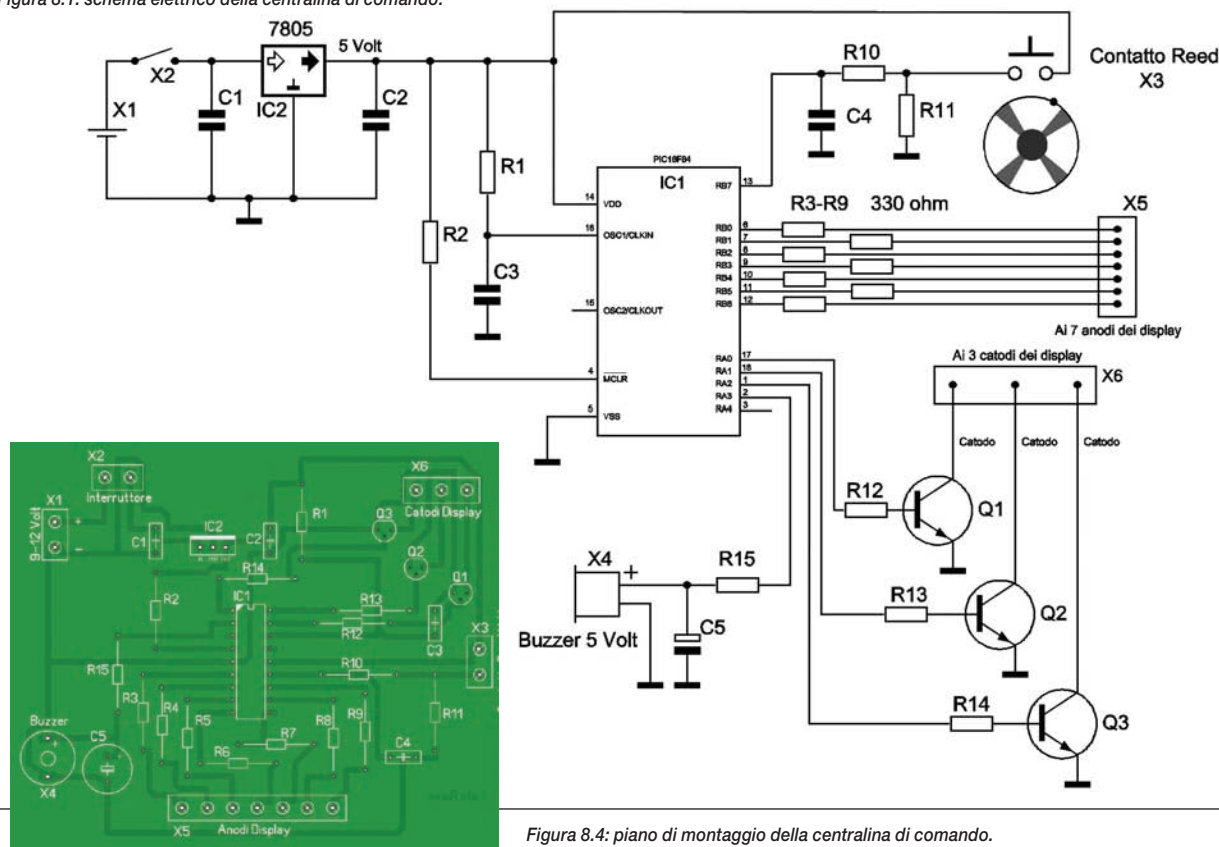



Figura 8.4: piano di montaggio della centralina di comando.

LISTA COMPONENTI

CENTRALINA DI COMANDO					
C1	100 nF poliestere	R3	330 1/2 W	X1	Morsetto a 2 posti da C.S.
C2	100 nF poliestere	R4	330 1/2 W	X2	Morsetto a 2 posti da C.S.
C3	22 pF ceramico	R5	330 1/2 W	X3	Morsetto a 2 posti da C.S.
C4	10 nF poliestere	R6	330 1/2 W	X4	Buzzer 5-12 Volt piezo
C5	100 µF 25 V elettrolitico	R7	330 1/2 W	X5	Morsetto a 7 posti da C.S.
IC1	PIC16F84	R8	330 1/2 W	X6	Morsetto a 3 posti da C.S.
IC2	7805	R9	330 1/2 W	Pila 9 Volt	
Q1	BC547	R10	1 K 1/2 W	Interruttore a levetta	
Q2	BC547	R11	10 K 1/2 W	Contatto Reed	
Q3	BC547	R12	10 K 1/2 W	SCHEDA DISPLAY	
R1	4,7 K 1/2 W	R13	10 K 1/2 W	3 display 7 segmenti	
R2	10 K 1/2 W	R14	10 K 1/2 W	X1	Morsetto a 7 posti da C.S.
		R15	47 1/2 W	X2	Morsetto a 3 posti da C.S.

RB0 a RB6 attivano attraverso le proprie resistenze di limitazione, i display a sette segmenti presenti nel secondo circuito; mentre le porte da RA0 a RA2 portano sequenzialmente in saturazione i tre transistor assicurando la corretta illuminazione dei display con la tecnica del multiplexing. Infine la porta RA3, configurata quale uscita, pilota un piccolo buzzer, quale monitor di giro della ruota. La resistenza R15, limita la corrente, abbassando il volume del suono. Lo schema elettrico del display come si vede in **figura 8.2** è semplicissimo. Il segnale positivo veicolato dal morsetto X1, è portato contemporaneamente sui tre display. Il connettore X2 collega i catodi dei display ai collettori dei transistor di pilotaggio, presenti nel primo schema elettrico. Si colleghi quindi, attraverso un cavo bipolare, il contatto Reed, presente sulla ruota, con l'ingresso sulla piastra base. L'unica operazione di taratura deve essere effettuata sul firmware. Infatti da questa dipende il grado di precisione dello strumento. A tale scopo occorre ricavare l'esatta misura della circonferenza della ruota, espressa in millimetri. Una volta ottenuta, si può trascriverla sul sorgente nella riga di comando:

circonferenza=914 'CALIBRAZIONE RUOTA IN MILLIMETRI

specificando, a posto del valore 914, l'esatta misura della circonferenza. ■

TIMER PER BROMOGRAFO

Un semplice timer per bromografo, programmabile da 1 a 3600 sec

Come si nota dallo schema elettrico di **figura 9.1**, il circuito si limita a pochi componenti poiché tutte le funzioni sono eseguite dal firmware. La porta RA del PIC è utilizzata come ingresso, e le linee RA0, RA1, RA2, RA3 e RA4 sono collegate a +5Vcc tramite i resistori R2, R3, R4, R5 e R6 che realizzano un efficiente pull up.
I condensatori C9, C10, C11, C12 e C13 in poliestere consentono di eliminare l'eventuale rumore provocato dalla pressione dei pulsanti S2, S3, S4, S5 e S6. Quando i pulsanti commutano da ON a OFF, generano del rumore e il microcontrollore interpreta questi transitori di segnale come dei veri propri cambi di livello. In pratica è come se invece di muovere una sola volta il pulsante lo facessimo migliaia di volte. Per eliminare questo inconveniente si collega tra l'ingresso del PIC e la massa un condensatore che ritardando leggermente la commutazione permette al PIC di leggere una variazione di livello corretta. La porta RB è usata come uscita a cui è connesso il display LCD1.
Ad ogni pressione del pulsante S5 (Up) si vedrà sulla prima riga del display aumentare il tempo d'esposizione di un secondo, con S4 (Dwn) sì decrementa di un secondo, con S6 (Reset) si cancella il tempo d'esposizione. Con questi pulsanti è possibile impostare il tempo d'esposizione da 1 a 3600 secondi e memorizzarlo nella EEPROM del PIC in modo che in assenza di corrente il tempo d'esposizione non vada perduto.
Con la pressione di S3 (Start) si effettua l'avvio del timer e nella seconda riga si vedranno aumentare i secondi trascorsi fino a quando il timer avrà raggiunto il valore del tempo d'esposizione e sul display si vedrà la scrit-

Figura 9.2: PCB lato rame in scala 1:1 del timer.

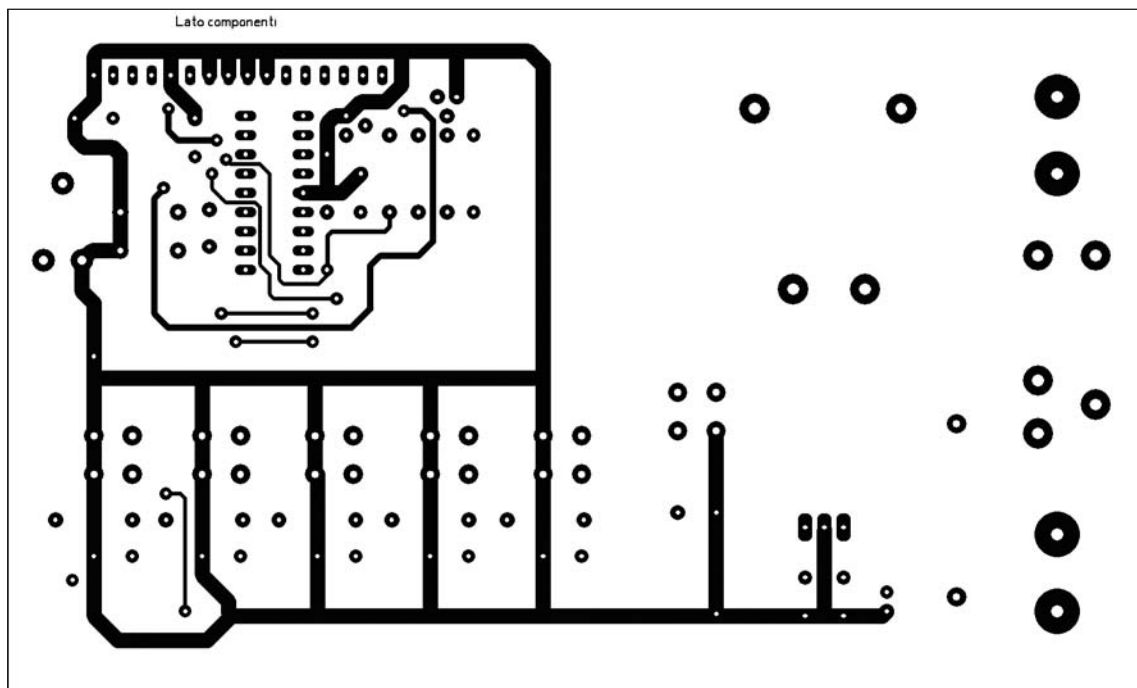



Figura 9.3: PCB lato componenti in scala 1:1 del timer.

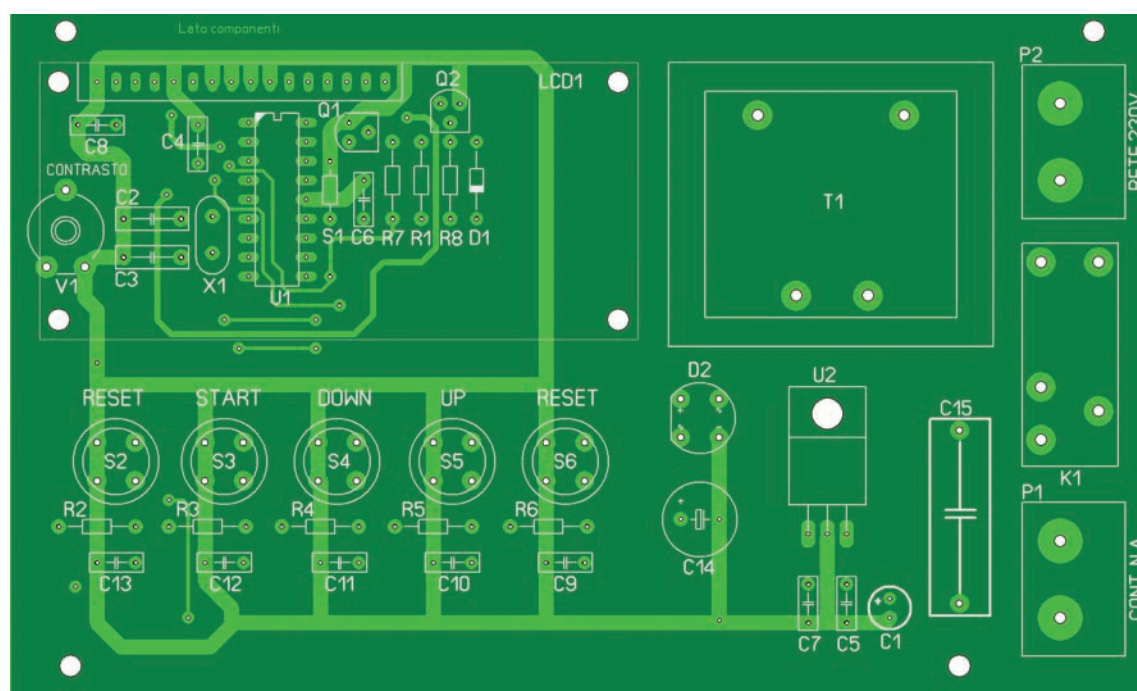



Figura 9.4: piano di montaggio dei componenti.

ta FINE FOTO INCISIONE e la retro illuminazione lampeggiare. Il pulsante S2 (Reset) esegue in qualsiasi momento il Reset del timer. La retro illuminazione è gestita da un sotto programma, essa si attiva ad ogni pressione dei cinque pulsanti citati sopra e si spegne dopo 3 secondi se nel frattempo non è stato premuto alcun pulsante. I circuiti stampati e il relativo montaggio componenti sono visibili in **figure 9.2**, **9.3** e **9.4**. Il pulsante S1 e il quarzo X1 vanno montati sul lato saldature, però prima di provvedere alla saldatura di X1 bisogna isolare il suo corpo con della guaina termostringente o del nastro isolante, questo per evitare che il corpo urti con le piste vicine provocando il mal funzionamento del circuito. Per l'integrato stabilizzatore U2, occorre una aletta di dissipazione tipo TO220 o MIL 7 e prima di fissarla deve essere isolata dal circuito stampato con del nastro isolante o carta. Il display LCD va fissato al circuito stampato tramite dei strip a tulipano a passo 2.54mm. Finito il montaggio bisogna scaricare il file eseguibile del PIC dal sito fare elettronica e programmarlo tramite IC PROG.

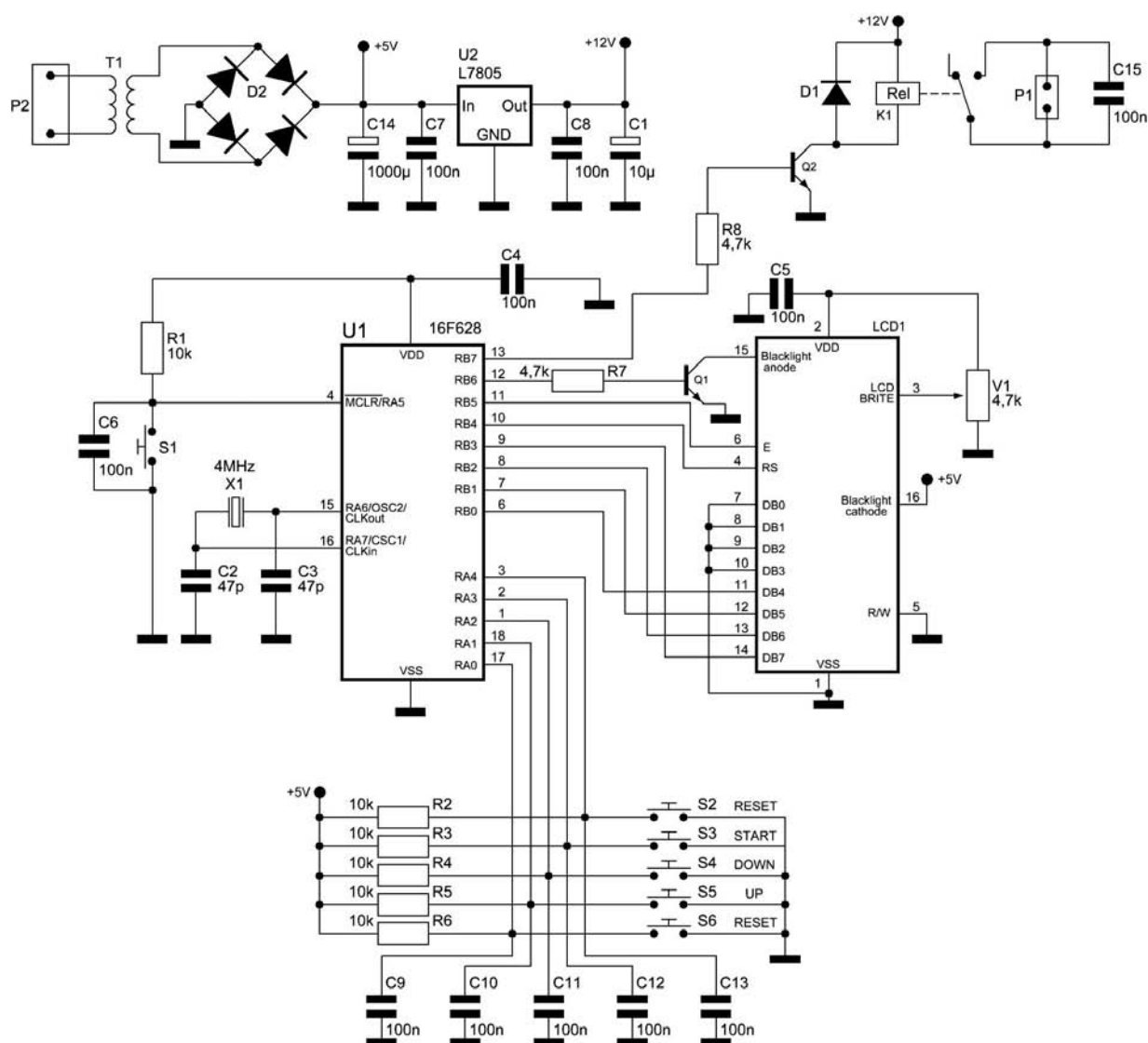



Figura 9.1: schema elettrico del timer.

LISTA COMPONENTI

Sigla	Componente
R1÷R6	10 KΩ 1/4 W
R7-R8	4.7 KΩ 1/4 W
V1	4.7 KΩ trimmer orizzontale passo 5
C1	10 µF 25 V elettrolitico
C2-C3	47 pF ceramico
C4÷C13	100 nF 63V poliestere passo 5
C14	1000 µF 25 V elettrolitico
C15	100 nF 1000V poliestere passo 22
X1	4 MHZ quarzo
D1	1N4007
D2	W06 ponte a diodi
Q1-Q2	BC337
U1	PIC16F628
U2	L7805
LCD1	CMC216-01 DIPLAY LCD 16X2
S1	Pulsante miniatura da N.A. 6x3.5xh5 mm (montato lato saldature)
S2-S3	Pulsante da circuito stampato KS rosso
S4-S5-S6	Pulsante da circuito stampato KS nero
T1	Trasformatore da circuito stampato 3VA 9V
K1	Relè 12V 1 scambio
P1-P2	Morsetti 2 polo passo 9.52 mm
N.1 Dissipatore MIL7	

Per collaudare questa scheda occorre una normale lampada con relativo porta lampada, una spina e dei cavetti. Bisogna collegare la spina al morsetto P2. La lampada va collegata un polo al morsetto P2 e un polo al morsetto P1, il polo che rimane libero del morsetto P1 va collegato altro polo di P2. Inserendo la spina nella presa di corrente si dovrebbe vedere nella prima riga del display il messaggio "TEMP. ESP. 0000", mentre nella seconda "TIMER 0000". Se questo non accade girare il trimmer V1 affinché si vedano queste due scritte. ■

Lorix Srl - vendita diretta ed online con carta di credito
www.lorix.com   lorix.com@gmail.com
Via Avogadro 2/d 37139 Verona
Tel 045-70930899   Cell 348-2668182 Fax 045-21031109

Oltre a progettare e produrre apparecchiature elettroniche personalizzate, in veste di distributore ufficiale Asix vende anche questi prodotti utili ad hobbisti e professionisti che si dedicano al mondo dei microcontrollori

PROGRAMMATORE USB PRESTO

programmatore usb in grado di programmare:
i microprocessori pic (dalla serie 10 alla 24)
i microprocessori dspic (dalla serie 30 alla 33)
i microprocessori ATMEL AVR MSP430
memorie i2c spi microwire
lista aggiornata dei dispositivi supportati visionabile
http://www.lorix.com/cat076.php?n=1
art. 14.001.060   € 98.00 + iva

PER INTERFACCIARSI CON IL MONDO ESTERNO

la serie di interfaccie da uart a usb:
UMS1 con chip FT232BL ***art. 14.001.023 € 20,00 + iva***
UMS2 con chip FT232BL + 93LC56 ***art. 14.001.024 € 20,00 + iva***
UMS3 con chip FT232BL ***art. 14.001.064 € 17,00 + iva***

la serie di interfaccie da parallela a usb:
UMP1 con chip FT245BL ***art. 14.001.025 € 20,00 + iva***
UMP2 con chip FT245BL +93LC56 ***art. 14.001.026 € 20,00 + iva***

interfaccia da ethernet a ttl:
SPINET
art. 14.001.065 € 28,00 + iva

Usare le pendisk usb con i Pic
L'ottimo Vdrive2
art. 05.002.011 € 31,00 + iva

Bridge/Modem radio a 868 Mhz o 2.4Ghz :
fino a 57,6 Kbs con interfaccia rs232 ed rs485
alimentazione 12-24V
basato su modulo radio Aerocomm (max 250 mW)
art. 02.004.010 € 210,00 + iva

Per ulteriori informazioni , altri articoli e per la vendita on line a mezzo contrassegno e carta di credito non esitate a visitare il sito WWW.LORIX.COM

Per quantità maggiori di 10 pezzi sono previste fasce di sconto, contattateci

ACQUISIRE DATI
SU BUS USB

Spesso dovendo esaminare dei dati, è necessario disporre di hardware adatto per poterne effettuare la registrazione e la visualizzazione. Il presente progetto cercherà di soddisfare questa necessità

Il sistema è basato sul PIC18F2550, microcontrollore che dispone di hardware dedicato alla comunicazione USB ed opera in modalità Full-Speed cioè 12Mbits/s. Questo sistema può essere impiegato come analizzatore di stato in circuiti logici, controllore PWM, oscilloscopio per basse frequenze o per interfacciare nuovi componenti. Con un piccolo hardware aggiuntivo potrà essere impiegata, ad esempio, una memoria SD o MultiMediaCard. Il circuito in **figura 10.1** è piuttosto semplice in quanto molte delle funzioni utilizzate sono il integrate nel PIC. Il regolatore interno che genera la tensione di 3.3V deve essere stabilizzato con un condensatore da almeno 220nF. Il circuito può essere alimentato da una sorgente esterna (tra 7.5 e 10 V) che viene portata a 5V dal regolatore LM7805, oppure dal

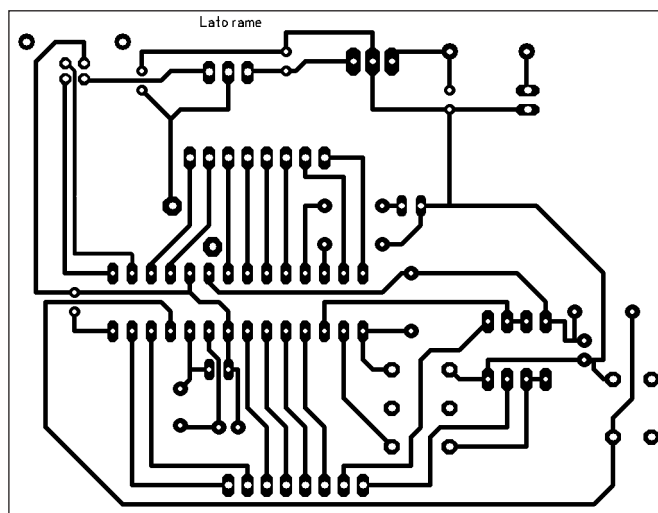



Figura 10.2: PCB lato rame in scala 1:1.

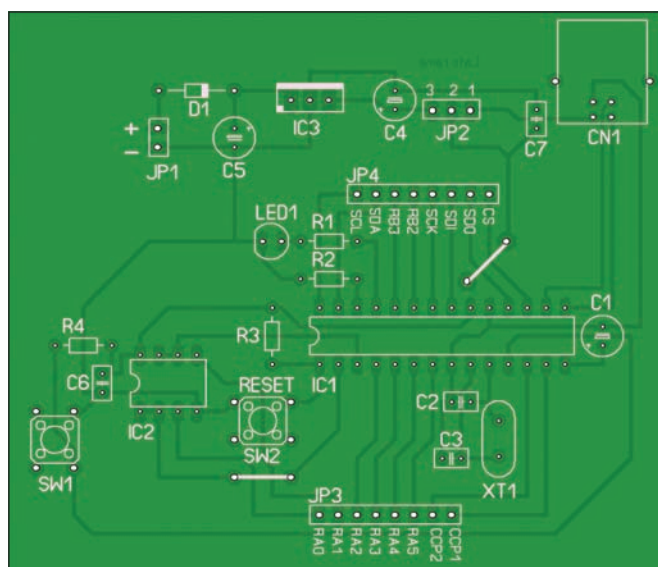



Figura 10.3: piano di montaggio.

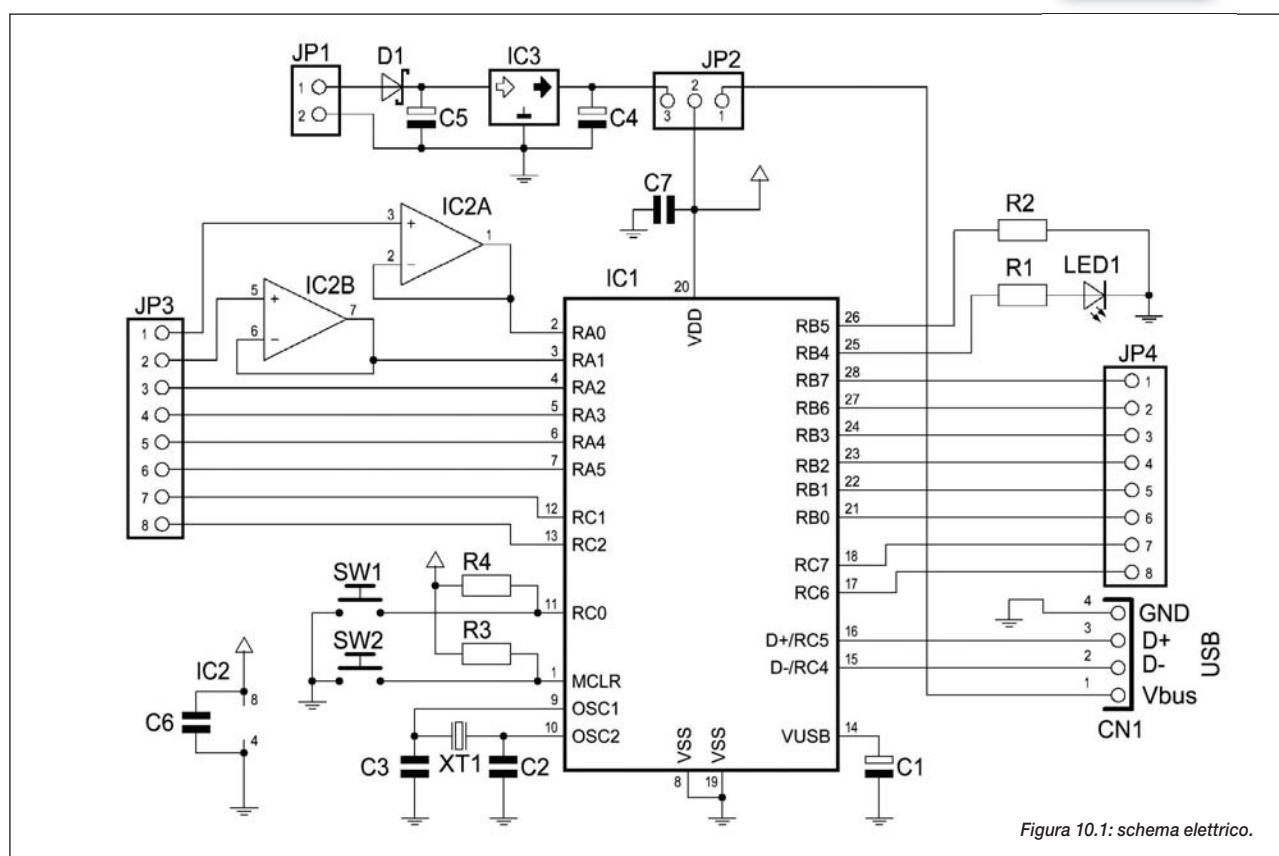



Figura 10.1: schema elettrico.

LISTA COMPONENTI

R1	**330 Ω 1/4 W**
R2÷R4	**10 KΩ 1/4 W**
C1	**470 nF elettrolitico**
C2, C3	**22 pF ceramico**
C4, C5	**10 µF elettrolitico**
C6, C7	**100 nF ceramico**
IC1	**PIC18F2550 o PIC18F2455**
IC2	**MCP602 o MCP6022**
IC3	**LM7805**
D1	**1N5817**
LED1	**LED rosso 3mm**
XT1	**Cristallo da 4 Mhz**
SW1, SW2	**Pulsante**
JP1aJP4	**Strip contatti passo 100 mils**
CN1	**Connettore USB tipo B 90°**

bus, la cui tensione può variare da 4.4V a 5.25V. Per scegliere l'alimentazione esterna è necessario inserire un jumper tra i pin 3 e 2 di JP2, mentre per l'alimentazione dal bus tra i pin 2 e 1. Altre combinazioni di JP2 dovranno essere evitate per non danneggiare il sistema. Per proteggere il circuito da involontarie inversioni della polarità dell'alimentazione esterna è stato inserito tra JP1 e IC3 il diodo Schottky D1. L'amplificatore IC2 in configurazione di inseguitore di tensione ha lo scopo di diminuire l'impedenza di due dei segnali che arrivano al convertitore AD del PIC, evitando di alterare i segnali originali.

Nonostante l'MCP602 o MCP6022 (che ha caratteristiche migliori) siano amplificatori operazionali con gli output Rail-to-Rail, è consigliabile mantenere i segnali in ingresso lontani da GND e VCC, ma intorno a VCC/2, perché gli output non si avvicinano abbastanza alle linee di alimentazione.

Questo accorgimento farebbe però diminuire l'intervallo di tensione utile. Una soluzione potrebbe essere quella di usare i riferimenti di voltaggio del convertitore Vref- e Vref+, impostandoli rispettivamente a 200 mV e 4.8V. In questo modo si otterrebbe un intervallo di tensione di 4.6V e con una risoluzione di 10 bit. Il LED 1 indica lo stato della connessione col bus e collegando il cavo USB e alimentando il circuito, il led deve lampeggiare. Dei due pulsanti uno ha la funzione di reset per il PIC e l'altro è riservato a funzioni generiche che verranno implementate in futuro. Il software di controllo, è stato sviluppato per il sistema operativo Windows, con la libreria LibUSB-Win32 (scaricabile da http://libusb-win32.sourceforge.net) che fornisce i driver necessari per la comunicazione con i dispositivi USB.

Dopo aver collegato il dispositivo USB al computer e averlo alimentato, si può verificare se è stato rilevato correttamente dalla finestra Dispositivi rilevati, e iniziare la connessione.

Avvenuta la connessione, i comandi da inviare si possono scrivere nella casella di testo della finestra principale, comandi con cui si possono controllare tutte le funzioni messe a disposizione dall'hardware, eccetto la conversione analogico-digitale continua. Di questa se ne occupa un'altra finestra, mediante la quale è possibile effettuare l'acquisizione del segnale analogico dal canale impostato precedentemente, vedere il segnale, salvarlo su un file o caricarlo. ■

DATALOGGER
A 5 CANALI

Si tratta di uno strumento di laboratorio indispensabile quando si ha la necessità di monitorare e registrare tensioni analogiche in rapida variazione, da analizzare comodamente in un secondo tempo con il proprio personal computer

Le applicazioni sono moltissime, come anche la gamma di sensori che possono essere collegati agli ingressi dello strumento, ad esempio: sensori di pressione, sonde di temperatura, accelerometri, fotocellule, celle di carico, eccetera. Il dispositivo come si vede in **figura 11.1** è costruito intorno al validissimo microcontrollore PIC16F876, dotato di un efficiente convertitore analogico /digitale shiftabile su diversi ingressi. I pochi componenti esterni al microcontrollore sono il generatore di clock (un oscillatore a 4 Mhz), uno stabilizzatore di tensione a 5 Volt, una memoria EEPROM 24LC64 (oppure 24LC256), un display LCD da 16 caratteri su due linee (il PCB del display essendo molto semplice da realizzare può essere fatto dal lettore) ed un convertitore di protocollo seriale MAX232. In questa configurazione il circuito ci permette di campionare le tensioni presenti sui 5 ingressi (nel range di 0 a 5 V), di visualizzare i valori digitali sul display, di memorizzare le letture sulla memoria e di ritrasmetterle in un secondo tempo ad un personal computer, dove un opportuno programma può interpretarle a piacimento. L'attivazione dei campionamenti e relativa trasmissione in RS232 in tempo reale viene comandata dalla pressione del pulsante P1, premendo nuovamente lo stesso pulsante si comanda lo STOP, mentre la visualizzazione e la contestuale trasmissione seriale al PC dei dati memorizzati viene attivata dal pulsante P2. I dati sono conservati intatti anche in assenza di alimentazione mentre la cancellazione dei vecchi dati viene fatta al momento del nuovo campionamento.

Il display LCD è collegato alle porte RB0-RB4 tramite il connettore CN1, mentre gli ingressi analogici sono collegati alle porte RA0-RA3, impostabili a seconda delle necessità in modalità digitale oppure analogica (AN0-AN3). Il connettore CN2 raggruppa tutti gli ingressi da campionare, insieme ad un pin di massa e uno a 5 volt, utile per alimentare alcuni sensori attivi. I pulsanti di servizio sono collegati alle porte RC0-RC2 e sono disponibili sia sul connettore CN1, sia sul CN7, dedicato appositamente per questo scopo. Sulla porta RC5 è collegato un buzzer piezoelettrico attivo e un led per segnalare visivamente l'attivazione. L'archiviazione dei dati viene fatta nella memoria 24LCxxx,

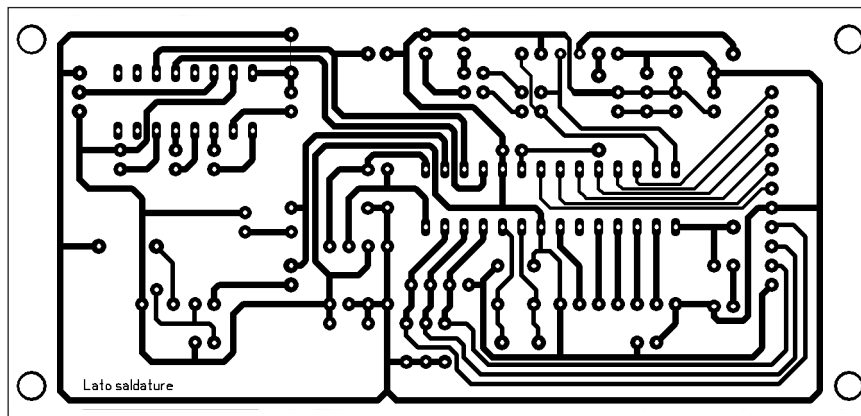
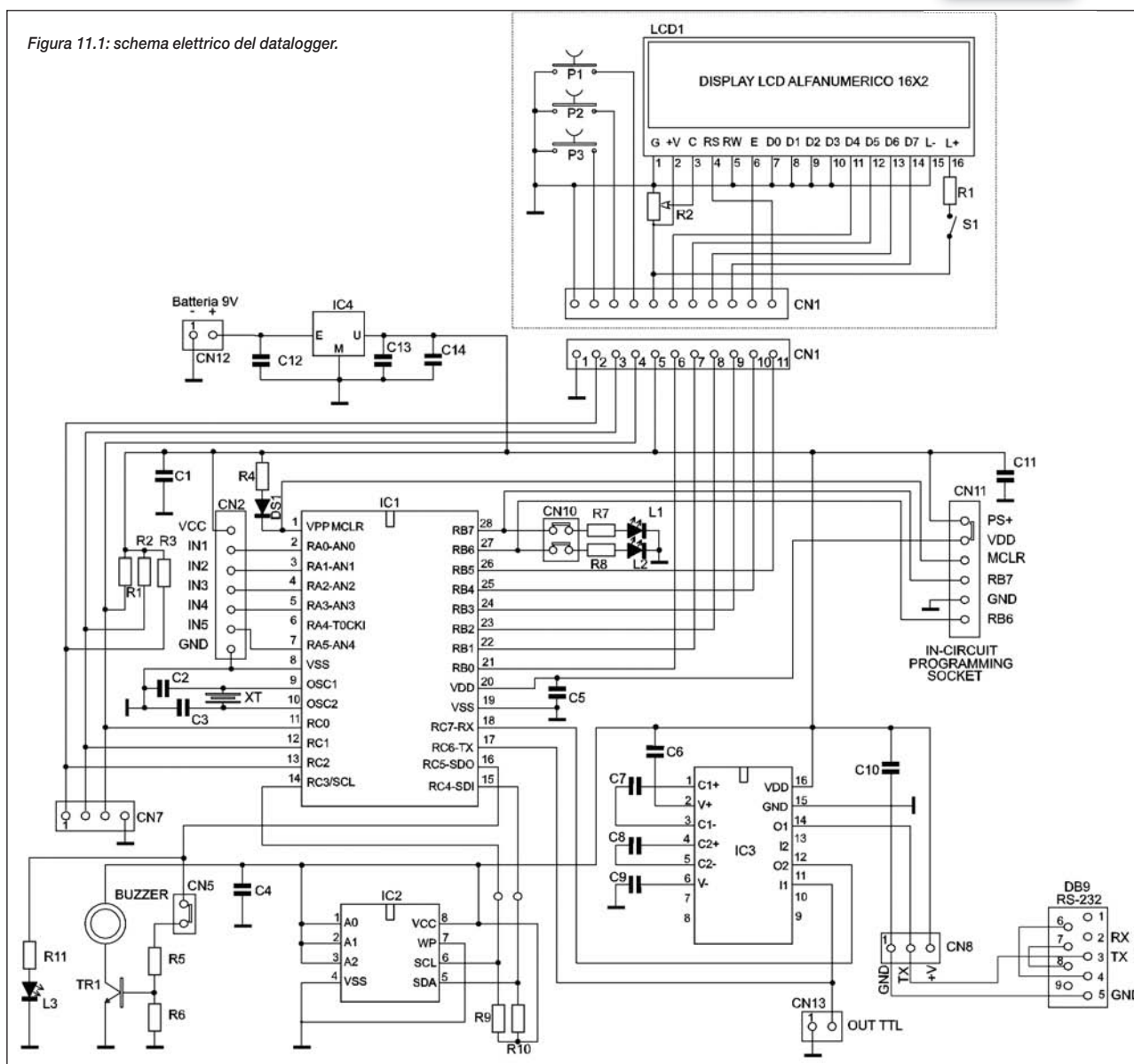



Figura 11.2: PCB della scheda madre in scala 1:1.

Figura 11.1: schema elettrico del datalogger.

LISTA COMPONENTI

SCHEDA MADRE	
R1	27 KΩ 1/4 W
R2	27 KΩ 1/4 W
R3	27 KΩ 1/4 W
R4	10 KΩ 1/4 W
R5	22 KΩ 1/4 W
R6	47 KΩ 1/4 W
R7	470 Ω 1/4 W
R8	470 Ω 1/4 W
R9	10 KΩ 1/4 W
R10	10 KΩ 1/4 W
R11	470 Ω 1/4 W
R12	1 KΩ trimmer
R13	390 Ω 1/4 W
C1	100 nF poliestere
C2	22 pF ceramico
C3	22 pF ceramico
C4	10 nF poliestere
C5	10 nF poliestere
C6	2,2 µF elettrolitico
C7	2,2 µF elettrolitico
C8	2,2 µF elettrolitico
C9	2,2 µF elettrolitico
C10	47 µF elettrolitico
C11	100 nF poliestere
C12	47 µF elettrolitico
C13	100 nF poliestere
C14	1 µF elettrolitico
DS1	1N4148
TR1	BC547
XT	Quarzo 4 Mhz
LCD	Display LCD 16x2
L1	Led rosso
L2	Led verde
L3	Led giallo
IC1	PIC16F876/20
IC2	24LC256
IC3	MAX232
IC4	78SL05
P1-P3	Pulsanti da circuito stampato
S1	Interruttore a slitta
BUZ	Buzzer piezoelettrico
1 zoccolo per integrato a 28 pin	
1 zoccolo per integrato a 8 pin	
1 zoccolo per integrato a 16 pin	
SCHEDA LCD	
R1	390 Ω 1/4 W
R2	Trimmer 1 K
S1	Interruttore a levetta da cs
P1÷P3	Pulsanti NA da cs
LCD1	Display LCD 2x16

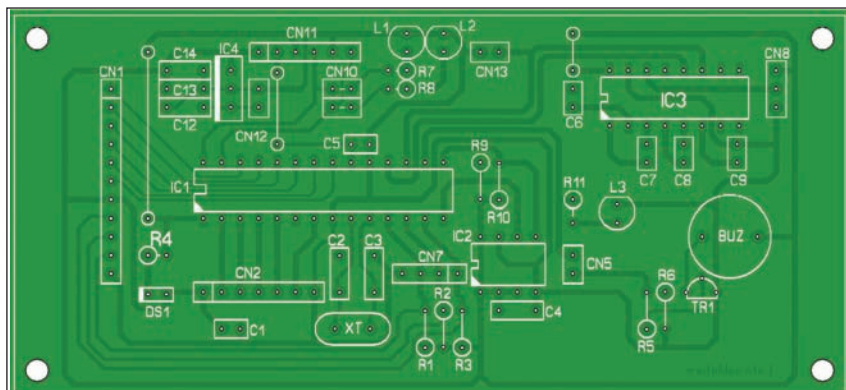



Figura 11.3: piano di montaggio della scheda madre.

connessa al PIC tramite le porte RC3-RC4 (linee SCL e SDI). Contestualmente alla memorizzazione lo standard TTL è convertito in protocollo RS-232 dal chip MAX232 della Maxim, sostituibile con i modelli equivalenti prodotti da altre case. Il segnale RS-232 è disponibile sul connettore CN3, previsto per la connessione al personal computer. In questo caso il cavo di connessione richiede solo un polo oltre alla massa. Ricordarsi però di cortocircuitare i pin 7-8 e 4-6 sul connettore a 9 poli da collegare al PC. Il connettore CN11 è usato per la programmazione ON-BOARD, molto utile per evitare di estrarre il micro dallo zoccolo. Per programmarlo in questo modo serve un apposito programmatore ed in questa fase i ponticelli sul CN10 e sul CN11 devono essere momentaneamente rimossi. Il programma da caricare sul microprocessore potrete trovarlo sul sito di Fare Elettronica una volta in possesso del file dovrete trasferirlo nella memoria del microcontrollore, usando un apposito programmatore oppure il metodo della programmazione In-Circuit. Durante la programmazione con il metodo In-Circuit è necessario togliere i ponticelli installati sul connettore CN11 e quelli che alimentano i LED (CN10). ■

PINOUT **DEI PIC UTILIZZATI**

PIC 16F876

Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	MCLR/VPP	40	RB7/PGD
2	RA0/AN0	39	RB6/PGC
3	RA1/AN1	38	RB5
4	RA2/AN2/VREF-	37	RB4
5	RA3/AN3/VREF+	36	RB3/PGM
6	RA4/T0CKI	35	RB2
7	RA5/AN4/SS	34	RB1
8	RE0/RD/AN5	33	RB0/INT
9	RE1/WR/AN6	32	VDD
10	RE2/CS/AN7	31	VSS
11	VDD	30	RD7/PSP7
12	VSS	29	RD6/PSP6
13	OSC1/CLKIN	28	RD5/PSP5
14	OSC2/CLKOUT	27	RD4/PSP4
15	RC0/T1OSO/T1CKI	26	RC7/RX/DT
16	RC1/T1OSI/CCP2	25	RC6/TX/CK
17	RC2/CCP1	24	RC5/SDO
18	RC3/SCK/SCL	23	RC4/SDI/SDA
19	RD0/PSP0	22	RD3/PSP3
20	RD1/PSP1	21	RD2/PSP2

PIC 16F870

Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	MCLR/VPP/THV	28	RB7/PGD
2	RA0/AN0	27	RB6/PGC
3	RA1/AN1	26	RB5
4	RA2/AN2/VREF-	25	RB4
5	RA3/AN3/VREF+	24	RB3/PGM
6	RA4/T0CKI	23	RB2
7	RA5/AN4	22	RB1
8	VSS	21	RB0/INT
9	OSC1/CLKI	20	VDD
10	OSC2/CLKO	19	VSS
11	RC0/T1OSO/T1CKI	18	RC7/RX/DT
12	RC1/T1OSI	17	RC6/TX/CK
13	RC2/CCP1	16	RC5
14	RC3	15	RC4

PIC 16C71

Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	RA2/AN2	18	RA1/AN1
2	RA3/AN3/VREF	17	RA0/AN0
3	RA4/T0CKI	16	OSC1/CLKIN
4	MCLR/VPP	15	OSC2/CLKOUT
5	VSS	14	VDD
6	RB0/INT	13	RB7
7	RB1	12	RB6
8	RB2	11	RB5
9	RB3	10	RB4

PIC 16F84

Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	RA2	18	RA1
2	RA3	17	RA0
3	RA4/T0CKI	16	OSC1/CLKIN
4	MCLR	15	OSC2/CLKOUT
5	VSS	14	VDD
6	RB0/INT	13	RB7
7	RB1	12	RB6
8	RB2	11	RB5
9	RB3	10	RB4

PIC 16F88

Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	RA2/AN2/CVREF/VREF-	18	RA1/AN1
2	RA3/AN3/VREF+/C1OUT	17	RA0/AN0
3	RA4/AN4/T0CKI/C2OUT	16	RA7/OSC1/CLKI
4	RA5/MCLR/VPP	15	RA6/OSC2/CLKO
5	VSS	14	VDD
6	RB0/INT/CCP1(1)	13	RB7/AN6/PGD/T1OSI
7	RB1/SDI/SDA	12	RB6/AN5/PGC/T1OSO/T1CKI
8	RB2/SDO/RX/DT	11	RB5/SS/TX/CK
9	RB3/PGM/CCP1(1)	10	RB4/SCK/SCL

PIC 18F2550

Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	MCLR/VPP/RE3	28	RB7/KBI3/PGD
2	RA0/AN0	27	RB6/KBI2/PGC
3	RA1/AN1	26	RB5/KBI1/PGM
4	RA2/AN2/VREF-/CVREF	25	RB4/AN11/KBI0
5	RA3/AN3/VREF+	24	RB3/AN9/CCP2(1)/VPO
6	RA4/T0CKI/C1OUT/RCV	23	RB2/AN8/INT2/VMO
7	RA5/AN4/SS/HLVDIN/C2OUT	22	RB1/AN10/INT1/SCK/SCL
8	VSS	21	RB0/AN12/INT0/FLT0/SDI/SDA
9	OSC1/CLKI	20	VDD
10	OSC2/CLKO/RA6	19	VSS
11	RC0/T1OSO/T13CKI	18	RC7/RX/DT/SDO
12	RC1/T1OSI/CCP2(1)/UOE	17	RC6/TX/CK
13	RC2/CCP1	16	RC5/D+/VP
14	VUSB	15	RC4/D-/VM

PIC 16F676

Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	VDD	14	VSS
2	RA5/T1CKI/OSC1/CLKIN	13	RA0/AN0/CIN+/ICSPDAT
3	/T1G/OSC2/AN3/CLKOUT	12	RA1/AN1/CIN-/VREF/ICSPCLK
4	RA3/MCLR/VPP	11	RA2/AN2/COUT/T0CKI/INT
5	RC5	10	RC0/AN4
6	RC4	9	RC1/AN5
7	RC3/AN7	8	RC2/AN6

PIC 16F628

Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	RA2/AN2/VREF	18	RA1/AN1
2	RA3/AN3/CMP1	17	RA0/AN0
3	RA4/TOCKI/CMP2	16	RA7/OSC1/CLKIN
4	RA5/MCLR/VPP	15	RA6/OSC2/CLKOUT
5	VSS	14	VDD
6	RB0/INT	13	RB7/T1OSI/PGD
7	RB1/RX/DT	12	RB6/T1OSO/T1CKI/PGC
8	RB2/TX/CK	11	RB5
9	RB3/CCP1	10	RB4/PGM

INTERFACCIA SERIALE PER PC

Il circuito presentato è un'interfaccia seriale per PC, equipaggiata con otto ingressi analogici e otto uscite digitali

Gli ingressi hanno un range compreso tra 0 e 4095mV con risoluzione di 12 bit, mentre le uscite sono compatibili TTL (0-5 V).L'elemento essenziale dell'interfaccia è il convertitore A-D MAX128, un ADC a 8 canali su 12 bit, dotato d'interfaccia I2C a due fili e di riferimento di tensione interno. Esso è "interrogato" dal microcontrollore PIC16F84, che gestisce anche la comunicazione con il PC e implementa direttamente le otto uscite su altrettanti pin. La porta seriale opera a 9600 baud, con i classici parametri N, 8,1, ovvero senza parità, otto bit dati e 1 bit di stop.
I dati sono comunicati a IC4, il microcontrollore, attraverso le linee SCL e

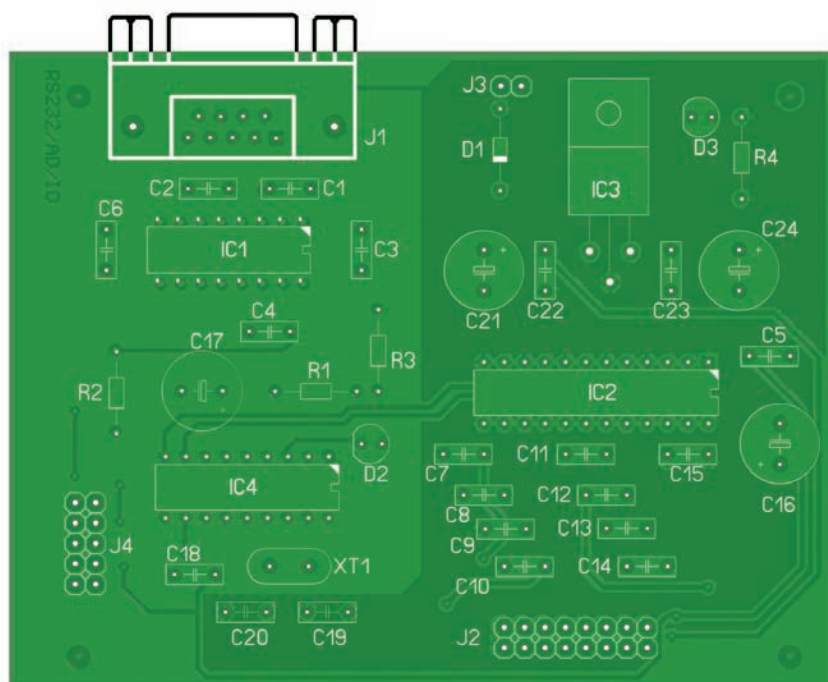



Figura 12.4: piano di montaggio.

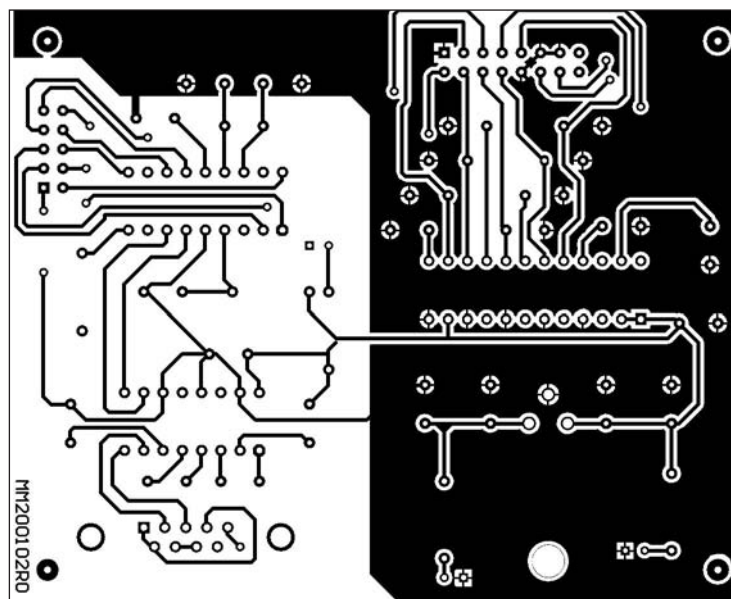
LISTA COMPONENTI

R1÷R2	Resistenza 2.2kΩ 1/4 W	D2	LED 3 mm giallo
R3÷R4	Resistenza 470Ω 1/4 W	D3	LED 3 mm verde
C1÷C14	100 nF 50 V ceramici	IC1	MAX232
C15	10 nF 50 V ceramici	IC2	MAX128
C16÷C17	4.7 µF 16 V elettrolitico	IC3	LM7805
C18	100 nF 50 V ceramici	IC4	PIC16F84-04-P
C19÷C20	27 pF NPO ceramici	J1	DB9F
C21	470 µ 35 V elettrolitico	J2	IDC 16 poli
C22÷C23	220 nF 50 V ceramici	J3	SIP 2
C24	220 µF 16 V elettrolitico	J4	IDC 10 poli
D1	Diodo 1N4007	XT1	Quarzo 4 MHz

Figura 12.1: schema elettronico dell'interfaccia seriale.

Figura 12.2: circuito stampato in scala 1:1 lato componenti.

SDA. Su tali linee il PIC realizza una comunicazione I2C (chiamato anche IIC), messa a punto originariamente dalla Philips. Senza entrare nel dettaglio, si può comunque dire che sul SCL è presente un clock emesso sempre dal dispositivo, detto master, in questo caso il PIC. Sul pin SDA, che trasporta i dati bidirezionali, all'inizio della comunicazione il master invia l'indirizzo del dispositivo slave che vuole interrogare e, in seguito, gli eventuali comandi. Finita la comunicazione del master, esso rilascia il bus SDA e lo rende disponibile allo slave che ritorna i dati richiesti. In questo modo si possono collegare più slave sullo stesso bus a due fili. Ovviamente sarà sempre il master a fornire il clock e a gestire le periferiche, ognuna delle quali avrà un indirizzo diverso.
Vediamo come la scheda comunica con il PC. Prendiamo in esame la comunicazione con il classico Hyperterminal o anche il vecchio Winterm vanno benissimo. In condizioni di riposo, la scheda attende un comando sulla seriale, la quale, è monitorata continuamente.
Non appena essa riceve un qualsiasi carattere, innanzi tutto ne fa l'eco sul terminale, ovvero lo rispedisce indietro segnalando di fatto che è funzionante e, contestualmente, accende D2. Inoltre, se il carattere ricevuto è

Figura 12.3: circuito stampato in scala 1:1 lato rame.

un comando non valido, non viene eseguita alcuna azione e D2 viene spento. Se, invece, il carattere rappresenta un'istruzione riconosciuta, D2 è mantenuto acceso fino a termine comando.
Il circuito stampato come si vede nelle **figure 12.2** e **12.3** è a doppia faccia, quindi si deve prestare attenzione alle collegamenti tra i due lati.
Terminato il montaggio, la scheda non necessita di alcuna taratura ed è pronta per l'accensione.
È bene comunque controllare l'inserzione degli integrati e la programmazione del micro, che deve essere fatta selezionando il clock XT e il solo fusibile WDT. La connessione fisica può essere realizzata con il cavo descritto precedentemente, mentre l'alimentazione può essere ottenuta da un alimentatore, anche non stabilizzato, del tipo da parete.
Come già detto, sul terminale si devono impostare i parametri 9600, N, 8, 1 sulla COM che si desidera utilizzare. Inoltre, si deve escludere l'eco locale, dato che il micro si occuperà di questo.
Le applicazioni possibili di questa scheda possono essere le più disparate. La semplicità estrema del circuito ne consente l'uso anche con PC datati e quindi veramente economici, a differenza di sistemi commerciali che, a fronte di prestazioni ben superiori, richiedono una macchina dell'ultima generazione. Come ultima considerazione, le otto uscite possono essere collegate ad un multiplexer per estendere i canali d'ingresso fino a 64 in modo diretto e addirittura fino a 2048 come massimo valore teorico! Per semplificare la gestione della scheda ho realizzato un semplice programma, scritto in Visual Basic, il cui sorgente può essere scaricato dal sito di Fare Elettronica. ■

CENTRALINA PER EFETTI DI LUCE

La centralina presentata in questo articolo permette la gestione automatica delle quattro dissolvenze principali: alba-giorno tramonto-notte oltre a funzioni accessorie quali la simulazione del fuoco e l'accensione delle luci nelle casette del presepe

PIC
16F84

Linguaggio
solo file HEX

Compilatore

All'accensione la centralina inizia il ciclo dalle ore 12 e pertanto, la luce bianca del giorno, risulta accesa alla massima potenza, rimanendo in questa condizione fino a quando non è premuto il pulsante di START, il quale da inizio al ciclo delle 24h. All'accensione la centralina si predispone su un tempo di durata del ciclo 24h di 4 minuti, ma è possibile selezionare durate diverse grazie ai due pulsanti "AUMENTA" e "DIMINUISCI". Un led verde, oltre ad indicare che è in corso l'esecuzione di un ciclo, lampeggia ogni volta che tramite uno di detti pulsanti viene selezionato un tempo di "durata ciclo" diverso. Al termine di un ciclo 24h la centralina si ferma nuovamente alle h 12.00 (lampada bianca alla massima potenza e tutte le altre spente) e rimane in attesa che venga nuovamente pigiato il pulsante START. Se si desidera che la centralina esegua in continuazione dei cicli 24h occorre azionare l'interruttore "CONT".

LISTA COMPONENTI

R1	220 kΩ 1/4 W
R2÷R4	10 kΩ 1/4 W
R6÷R9	10 kΩ 1/4 W
R12	10 kΩ 1/4 W
R15	10 kΩ 1/4 W
R18	10 kΩ 1/4 W
R21	10 kΩ 1/4 W
R24	10 kΩ 1/4 W
R27	10 kΩ 1/4 W
R30	10 kΩ 1/4 W
R5	390 Ω 1/4 W
R10-R11	390 Ω 1/4 W
R14	390 Ω 1/4 W
R17	390 Ω 1/4 W
R20	390 Ω 1/4 W
R23	390 Ω 1/4 W
R26	390 Ω 1/4 W
R29	390 Ω 1/4 W
R32	390 Ω 1/4 W
R13	82 Ω 1/2 W
R16	82 Ω 1/2 W
R19	82 Ω 1/2 W
R22	82 Ω 1/2 W
R25	82 Ω 1/2 W
R28	82 Ω 1/2 W
R31	82 Ω 1/2 W
R34	82 Ω 1/2 W
C1, C3	0,1 µF 50 V ceramico
C2	1000 µF 25 V elettrolitico
C4	100 µF 25 V elettrolitico
C5	4,7 µF 25 V elettrolitico
C6÷C13	0,033 µF 630 V poliestere
D1÷D3	Diodo 1N4007
D6÷D8	Diodo 1N4007
D4-D5	Diodo 1N4148
DL1	Led giallo
DL2	Led verde
Q1	Transistor BC556
Q2÷Q9	Triac BTA08 600B
U1	LM78L05
U2	PIC16F84 + Zoccolo
U3	ULN2803 + Zoccolo
Y1	Risuonatore ceramico 4 MHz
F1	Fusibile 0,2 A + Portafusibile per c.s.
F2	Fusibile 8 A + Portafusibile da pannello
T1	Trasformatore 220/9+9 V 3,2 VA

In alternativa alla barretta di alluminio per triac: dissipatori per T0220.
Come interruttore generale di alimentazione: interruttore bipolare luminoso da pannello.
Per supportare S1, S2, S3, S4: placchetta VIMAR autoportante serie Linea.
Per le funzioni di S3 e S4: pulsante Vimar serie Linea nr. 10280.
Per le funzioni sia di S1che di S2: interruttore Vimar serie Linea nr. 10000
Per supportare i diodi led DL1 e DL2: tappo cieco Vimar serie Linea nr. 10319.
Per le 8 uscite della centralina: prese Gewiss 10 A tipo GW20201.
Contenitore per la centralina: contenitore Gewiss tipo GW27072.
Cavo di alimentazione centralina: cavo 3x1,5 mm, Passacavo in plastica GEWISS, spina 10 A.

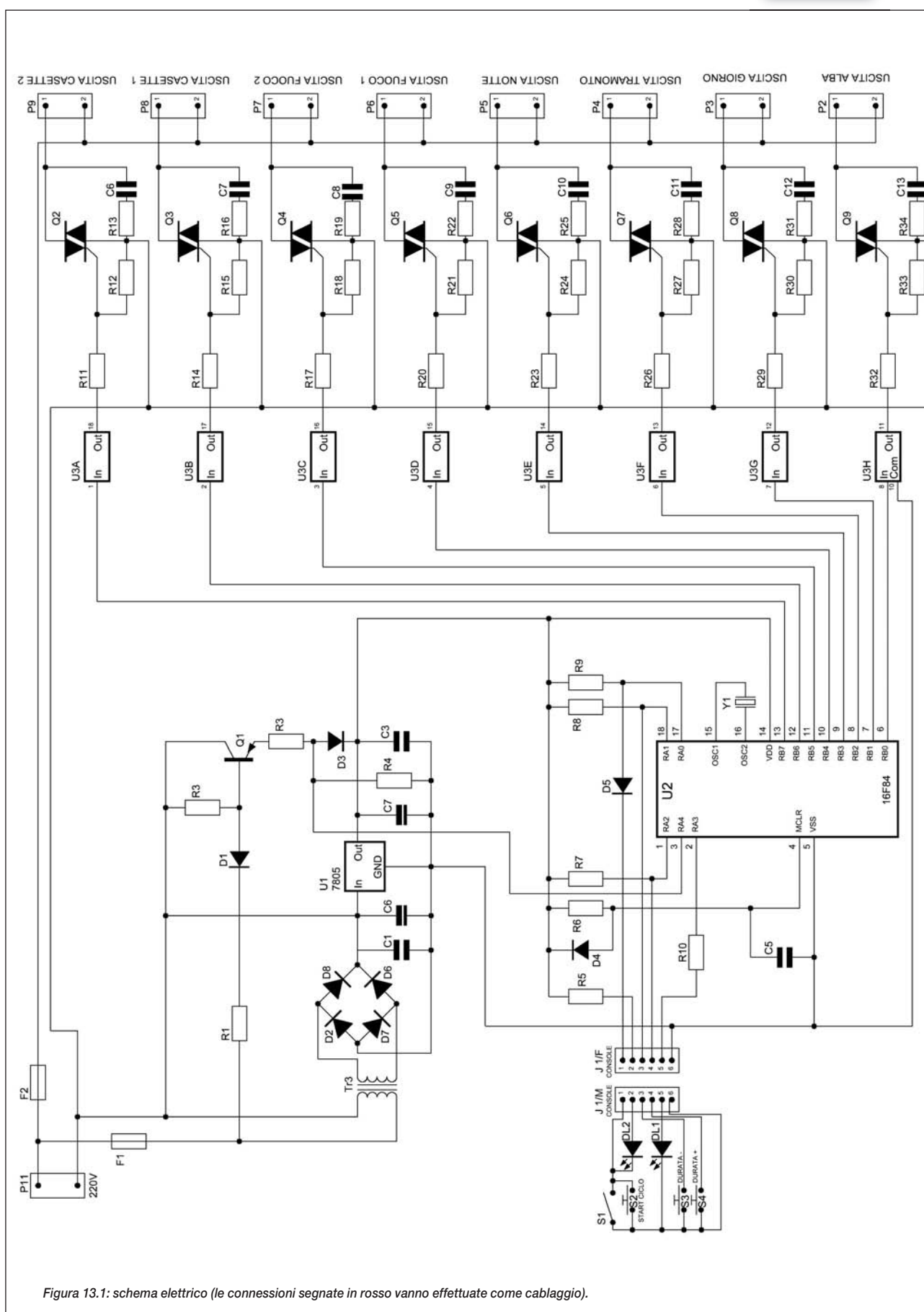



Figura 13.1: schema elettrico (le connessioni segnate in rosso vanno effettuate come cablaggio).

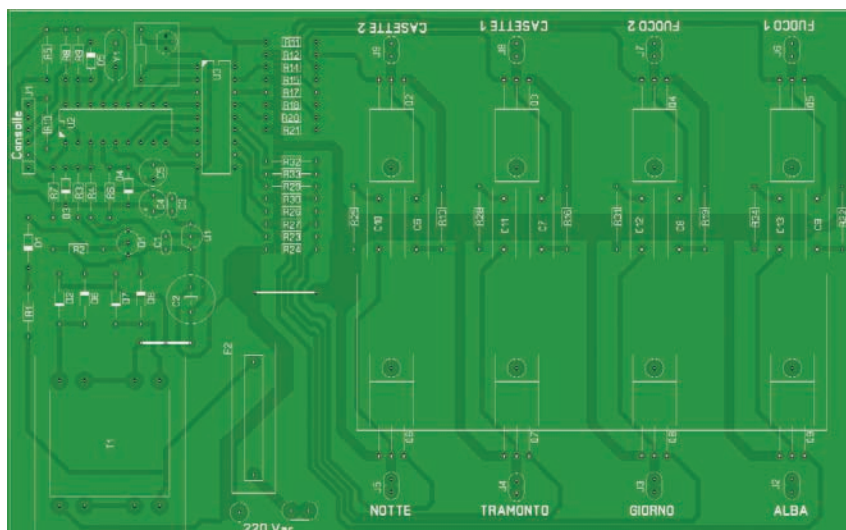
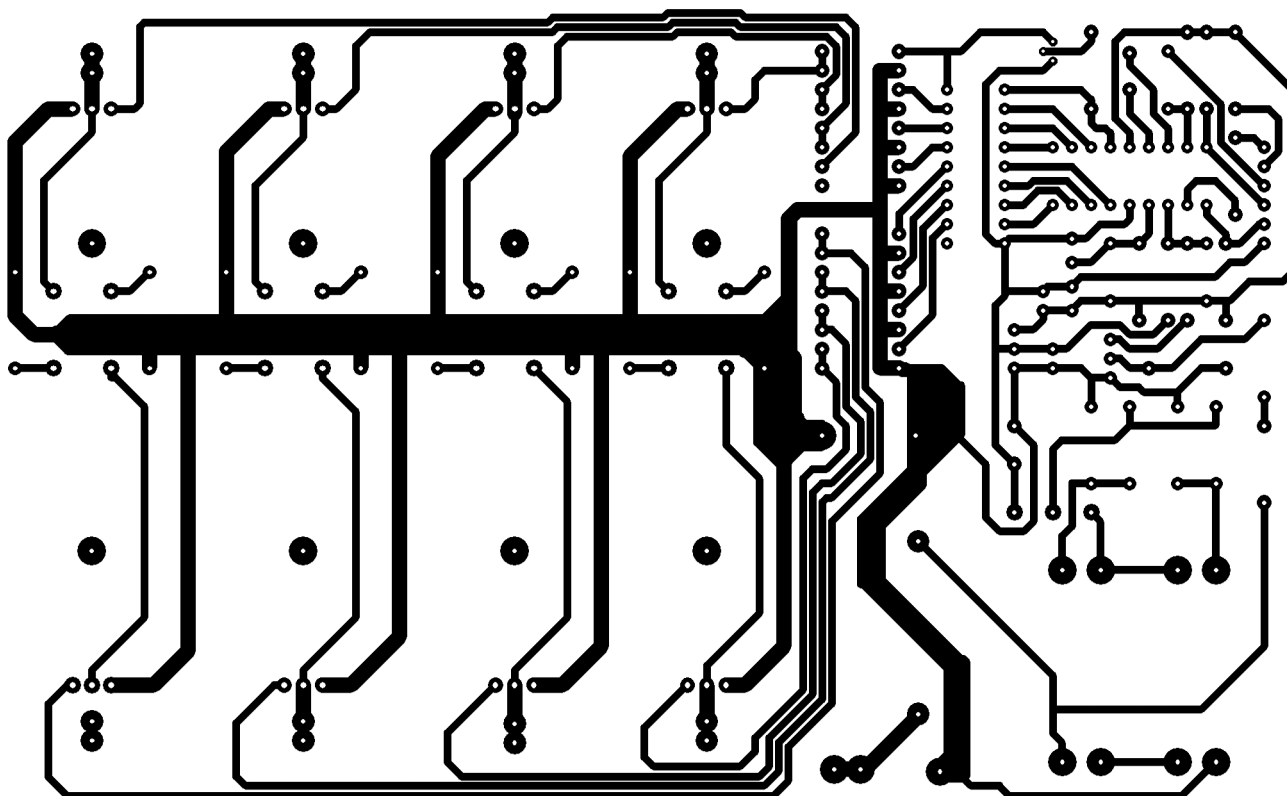



Figura 13.2: circuito stampato in scala 1:1 lato rame.

Figura 13.3: montaggio componenti.

Il funzionamento della centralina in modalità "ciclo continuo" è segnalato dall'accensione del led giallo. Le uscite disponibili della centralina sono le seguenti: ALBA, GIORNO, TRAMONTO, NOTTE, GRUPPO FUOCHI 1, GRUPPO FUOCHI 2, GRUPPO CASETTE 1, GRUPPO CASETTE 2. Le prime quattro uscite possono pilotare carichi fino a 800 W di potenza in quanto i triac relativi sono muniti di aletta di raffreddamento mentre per le ultime quattro uscite è consigliabile non superare i 400 W. La centralina è fornita di un fusibile interno a protezione dell'elettronica e di un fusibile da montare all'esterno sul contenitore per la protezione dei carichi. Il circuito come si vede in **figura 13.1** è molto semplice, il cuore della centralina è il microcontrollore microchip PIC16F84; sono anche presenti quattro triac che vengono direttamente pilotati con un unico integrato, l'U3 (ULN2803) il quale contiene al suo interno otto driver, composti da transistor darlington. Qualora non sia reperibile l'integrato U3 che contiene otto driver, è possibile montare al suo posto un ULN2004 di più facile reperibilità ma, poiché questo contiene al suo interno solo 7 driver, bisognerà utilizzare un transistor addizionale tipo BC182 o similare. A tale scopo nel circuito stampato **(figure 13.2** e **13.3)** proposto sono previste le piste necessarie. Riguardo alla scelta dei triac unica accortezza è quella di sceglierli con "case" isolato dall'anodo (come i BTA08 600) in modo da poter utilizzare un'unica aletta di raffreddamento per la fila dei quattro triac dedicati alle dissolvenze. La programmazione del PIC va eseguita con il file "PRESEPE.HEX", scaricabile dal sito di Fare elettronica, ricordandosi di selezionare sul programmatore bit relativi a: modalità XT per l'oscillatore, WDT off e PWRTE on. ■

MINI PLC

Quello che si propone non è un progetto in concorrenza con i modelli commerciali, è semplicemente un PLC facile da costruire e programmare, che si pone come valida e flessibile soluzione per tutte le vostre piccole esigenze di automazione

Il linguaggio del mini PLC che si sta presentando non è certo evoluto o immediato come quelli di tipo "Visuale", con il quale è possibile sviluppare un progetto, semplicemente disegnandone il flusso, utilizzando simboli grafici predefiniti; ma è comunque più semplice dell'AWL. Considerato il tipo di display utilizzato e la procedura di programmazione ottenuta unicamente con quattro pulsanti, è il massimo della semplicità. Avendo a disposizione un display grafico o una porta per la programmazione per mezzo di un PC e di un programma dedicato, si sarebbe potuto semplificarne il linguaggio rendendolo più versatile ed efficace. Ma un display grafico costa quanto l'intero mini PLC e la programmazione da PC ne impedisce la programmazione "al volo". In ogni caso, una volta programmato, il mini PLC può funzionare tranquillamente senza display.
La programmazione del mini PLC è completa della tradizionale algebra di Boole (compresi i NOT), dispone di otto Marker e sei Timer. Implementa le operazioni al BIT, come l'uguaglianza, cioè l'uscita rispecchia la condizione logica in ingresso, il Set/Reset e il Complemento. A livello hardware dispone di otto ingressi e sei uscite a transistor.
È quindi, un dispositivo valido per l'hobbista che può usarlo per piccole applicazioni.
Come si vede in **figura 14.1** si è usato un microcontroller, un PIC16F876. Il PIC in questione dispone di una memoria da 8 KB di tipo Flash, quindi facilmente riprogrammabile. Altra importante caratteristica è la memoria dati da 256 BYTE di tipo EEPROM, da noi usata per salvare le righe di programma che andremo ad immettere una volta completato il montaggio. Sono disponibili 3 porte programmabili come ingressi o uscite per un totale di 21 ingressi/uscite. I diversi segnali in ingresso, applicati alla morsettiera X1, sono collegati alla porta B del microprocessore con una resistenza da 4,7 kΩ. Ogni ingresso è forzato a massa da una resistenza da 10 kΩ, e protetto da eventuali tensioni superiori alla massima consentita di 5 V, da uno

LISTA COMPONENTI

R1-R8	4,7 kΩ1/4 W	D9-D12	1N4148
R9	10 kΩ1/4 W	PR1	Ponte di diodi da 1 A
R10	3,3 kΩ1/4 W	XT1	Risonatore ceramico da 4 MHz
R11	18 Ω1/4 W		completo di condensatori
R12	10 kΩ1/8 W	U1	PIC16F876
R13-R18	2,2 kΩ1/4 W	U2	ULN2003
R19	1 kΩ1/4 W (dal lato rame)	U3	7805
RR1	Rete resistiva 8x10 kΩ	Q1-Q6	BD140
RR2	Rete resistiva 7x10 kΩ	Q7	BC307B
	(va bene anche una da 8x10 kΩ,	P1-P4	Pulsantini NO
	l'ultimo pin va tagliato)	X1	Morsettiera 9 poli passo 5 mm
RV1	Trimmer 10 k	X2	Morsettiera 8 poli passo 5 mm
C1	1000 µF 25 V elettrolitico	X3	Morsettiera 2 poli passo 5 mm
C2	100 µF 16 V elettrolitico	DIS1	Display intelligente 1x16
C3	100 nF ceramico		connettore Bottom
D1-D8	Zener 4,7 V 1/2 W		retroilluminato LED.

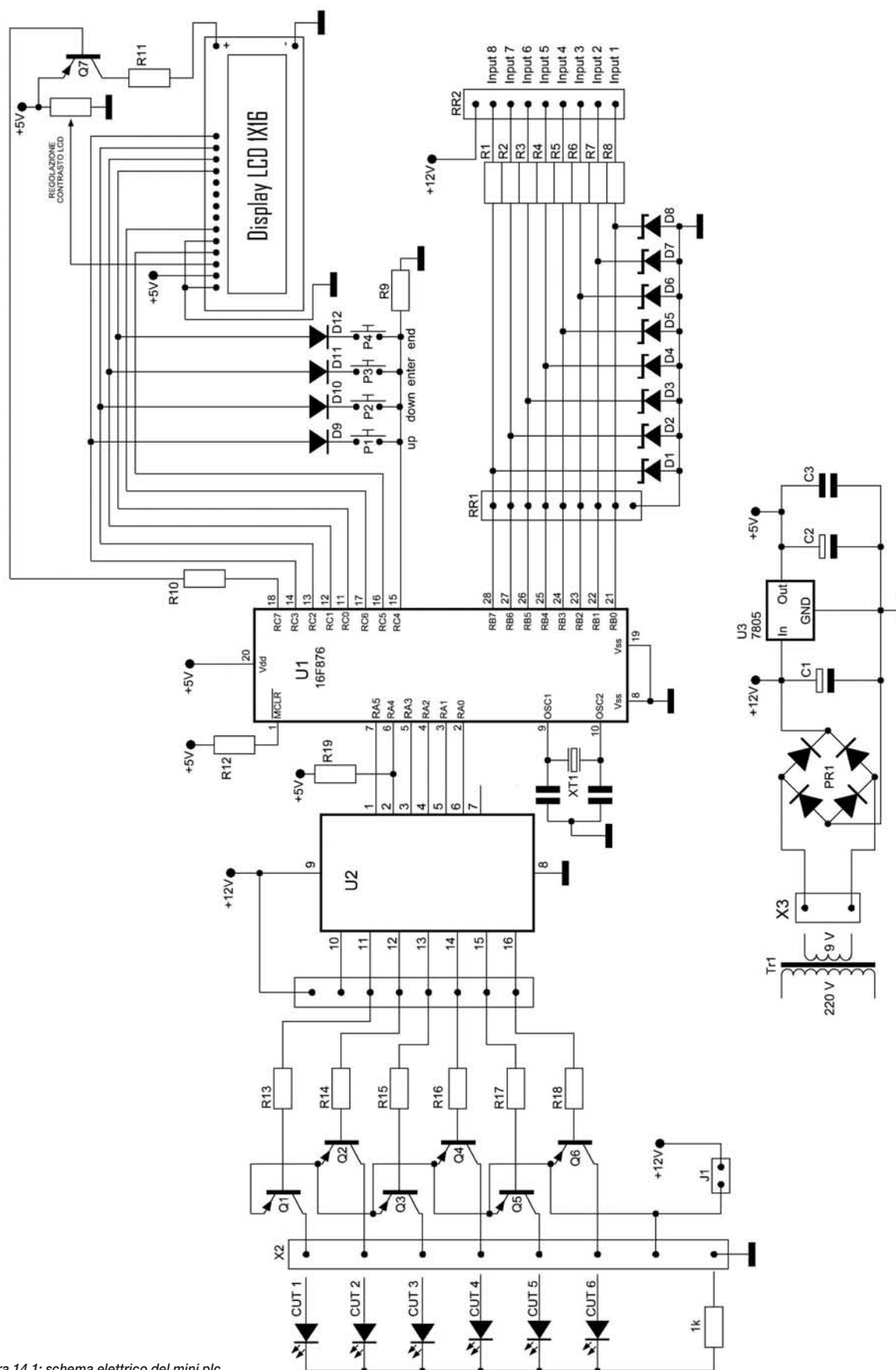



Figura 14.1: schema elettrico del mini plc.

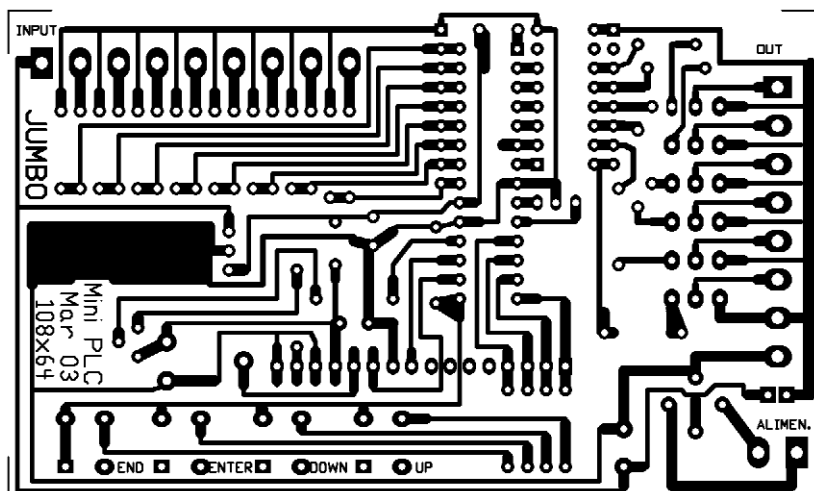



Figura 14.2: circuito stampato in scala 1:1 lato rame.

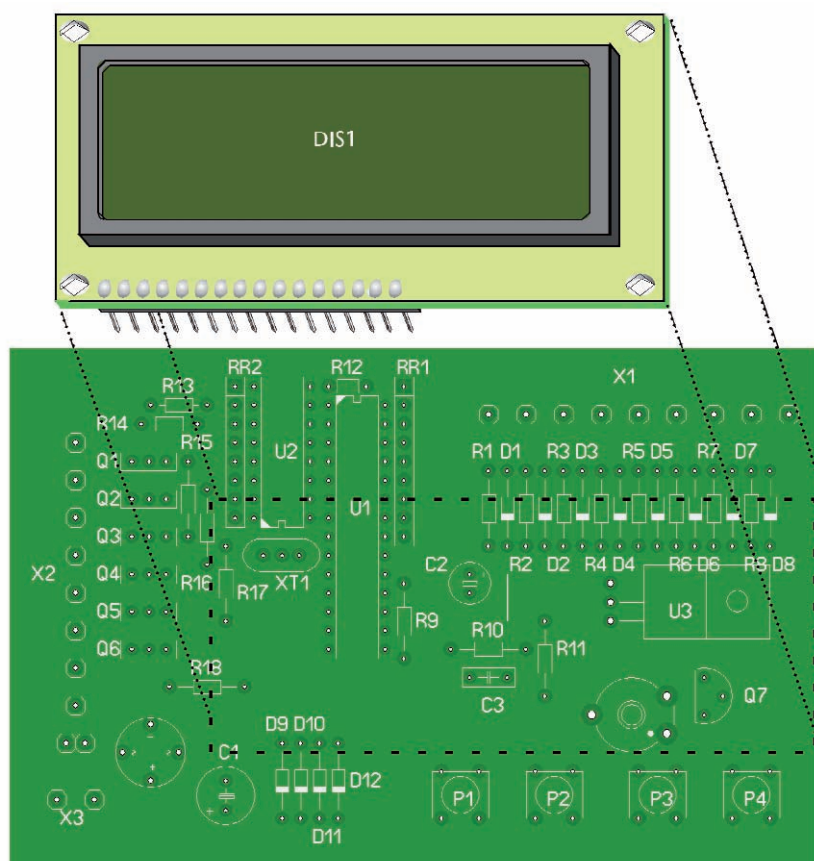



Figura 14.3: montaggio componenti.

zener da 4,7 V. In questo modo possiamo applicare tensioni comprese tra 5 e 24 V. Le entrate sono otto quanti sono i BIT della porta B del PIC. L'ingresso 1 coincide con la porta B0, l'ingresso 2 con la porta B1 e così via sino ad arrivare all'ingresso 8 coincidente con l'ingresso B7. Per le 6 uscite si è preferito usare degli economici transistor da 1 A, piuttosto di utilizzare dei relè più costosi e ingombranti. Per le uscite la scelta è caduta sulla porta A del PIC I transistor di uscita sono pilotati da U2 contenente 7 darlington, permettendo al carico di essere alimentato da una tensione superiore ai 5V del PIC. Attraverso la morsettiera X2 possiamo applicare carichi non superiori a 1 A e 24 V massimi. La restante porta C del micro, controlla ed invia al display intelligente i caratteri da visualizzare di volta in volta. A questi piedini sono collegati anche i 4 pulsanti necessari alla programmazione. Il display è un modello da una riga per 16 caratteri, retro illuminato con il connettore in basso. Il PIC, come tutti i microprocessori, ha bisogno di un clock e generalmente si usa un quarzo per le carat- teristiche di stabilità in frequenza che questo componente garantisce.

Nel caso non sia necessario gestire un orologio o una porta seriale, è possibile sostituire il costoso quarzo con un più economico risonatore ceramico. Per mezzo del connettore X3 alimentiamo il circuito con una tensione di 12 V continui o 9/10 V alternati e circa 100 mA per il solo circuito, di potenza adeguata se alimentiamo anche le uscite. U3 stabilizza la tensione per U1 e il display. Il ponticello J1 posto tra X2 e X3 se chiuso alimenta le uscite con la tensione di alimentazione. La stessa è collegata anche sul pin 1 di X1, per attivare gli ingressi.

Riguardo il montaggio dei componenti sul circuito stampato **(figura 14.2)** bisogna solo avere due accorgimenti: la resistenza R19 va montata dal lato rame collegandola tra il pin 6 e il pin 20 di U1.

Non dimenticate il ponticello tra il C2 e il regolatore U3. Si sconsiglia vivamente il montaggio diretto del display **(figura 14.3)**, sia perché ne renderebbe difficoltoso il recupero, sia perché una volta programmato il PLC è possibile toglierlo senza pregiudicarne il funzionamento, consiglio quindi l'utilizzo degli strip maschi e femmine. Il firmware con cui programmare il PIC è scaricabile direttamente dal sito di FareElettronica dove si potrà anche scaricare una guida alla programmazione. ■

OROLOGIO CON DS1307

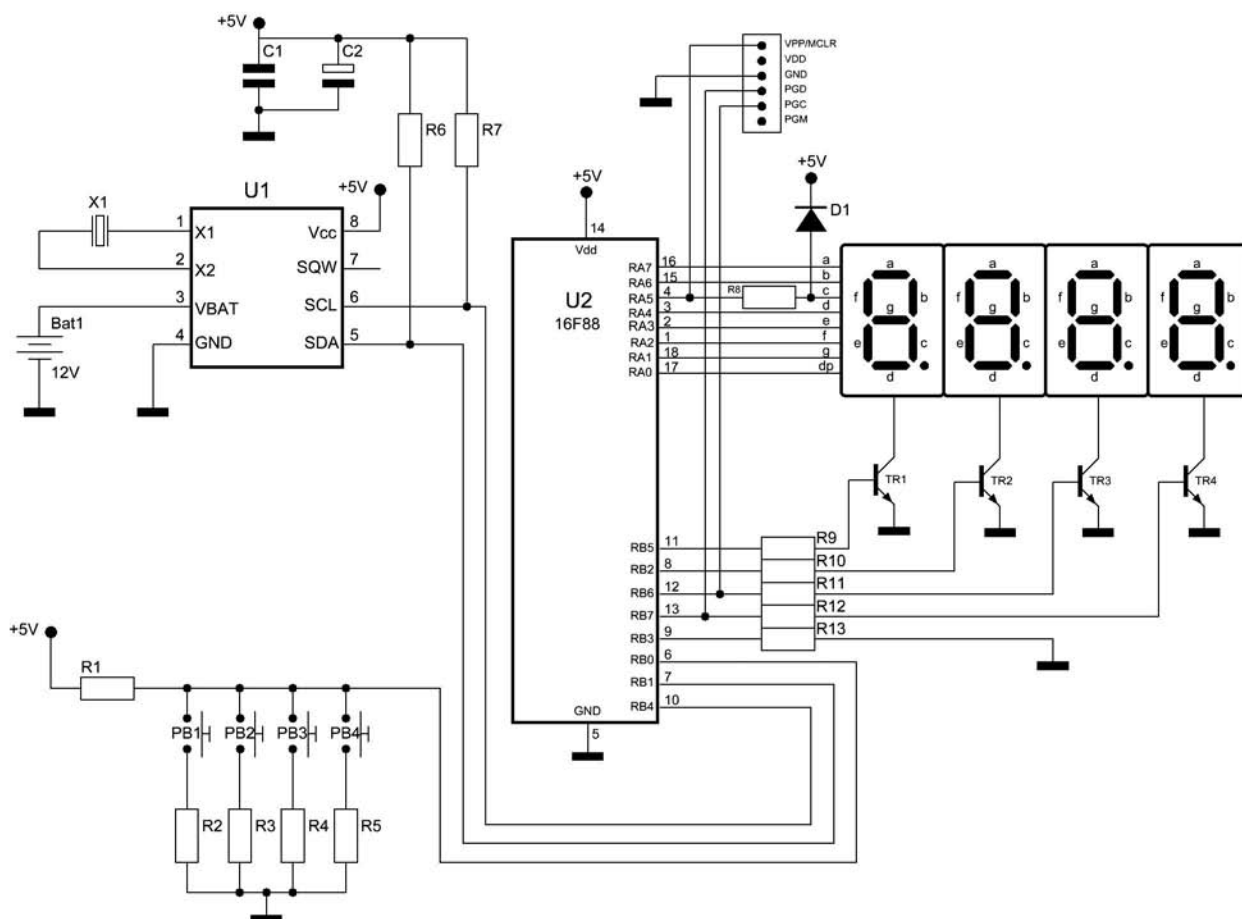
Il progetto in questione permette di crearsi con il semplice utilizzo di un pic e di un DS1307 di uno standard orologio da tavolo

Come si vede in **figura 15.1** lo schema elettrico è molto semplice e grazie all'utilizzo del RealTime-Clock DS1307 è possibile costruire un orologio digitale con un livello di precisione paragonabile a quello di un vero orologio al quarzo (questo grazie alla presenza interna di un quarzo) tanto da rendere inutile una ricalibrazione anche dopo anni di funzionamento. Inoltre va notata anche la presenza di una batteria al litio che permette di mantenere l'orologio funzionante per quasi dieci anni anche in assenza di corrente.
Come Pic si è scelto un 16F88 la cui porta A controlla interamente i 4 display a 7 segmenti mentre la porta B controlla la rete di transistori NPN che permette di sfruttare la tecnica di multiplexing nell'accensione dei display. Si sarebbe potuto utilizzare anche un altro pic ma il 16F88 permette appunto di avere la memoria necessaria a contenere il programma e abbastanza pin per connettere i display.
L'RTC dispone di 8 registri visibili in lettura e scrittura; ciascuno di questi registri svolge una specifica funzione come si può vedere in **tabella 15.1**. Il DS1307 è un temporizzatore in tempo reale di serie (RTC) l'indirizzo e i dati sono trasferiti tramite bus bidirezionale I2C. Il clock/calendar fornisce i secondi, i minuti, le ore, il giorno, la data, il mese e le informazioni dell'anno.
Una caratteristica importante è quella che riguarda il controllo delle ore potendo scegliere se visualizzare l'ora in 24 ore o in 12 con l'indicatore di AM/PM. Il DS1307 ha inoltre la capacità di riconoscere eventuali problemi di alimentazione appoggiandosi immediatamente alla batteria al litio di supporto.I quattro display ci per-

Figura 15.2: schema a blocchi dell'orologio.

ADDRESS	REGISTER FUNCTION
0	SECONDS 0-59
1	MINUTES 0-59
2	HOURS 0-24,1-12
3	DAY 1-7
4	DATE 1-31
5	MONTH 1-12
6	YEAR 0-99
7	CONTROL

Tabella 15.1: funzioni svolte dai registri del DS1307.

Figura 15.1: schema elettrico dell'orologio.

LISTA COMPONENTI

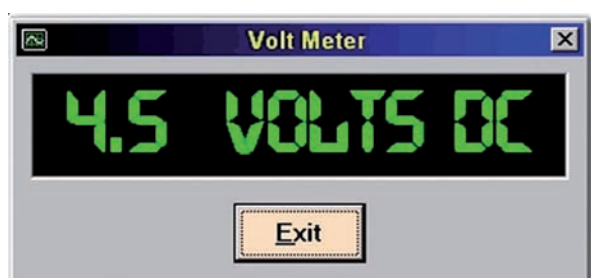
R1	10KΩ	R12	1KΩ
R2	47KΩ	R13	10KΩ
R3	10KΩ	C1	100nF
R4	4,7KΩ	C2	10µF 16V
R5	1KΩ	X1	quarzo da 32 KHz
R6	10KΩ	B1	batteria al litio
R7	10KΩ	PB1-PB4	pulsanti
R8	100Ω	U1	DS1307
R9	1KΩ	U2	PIC16F88
R10	1KΩ	TR1-TR4	transistor NPN BC547B
R11	1KΩ		

metteranno di visualizzare le seguenti modalità:
- Minuti, Secondi;
- Ore, Minuti;
- Giorno, Mese;
- 20, Anno;

La realizzazione del circuito non è molto complessa l'unica accuratezza sta nel posizionare il DS1307 lontano da sorgenti di rumore. La motivazione di questa estrema sensibilità risiede appunto nella scelta di un oscillatore a 32KHz che risulta più problematico di un oscillatore ad alte velocità (MHz).
Questo è dovuto al fatto che l'uso di un oscillatore a bassa velocità solitamente è progettato per un uso a bassa potenza e quindi a bassa impedenza e bassa corrente che crea una notevole sensibilità al rumore. Il DS1307 carica il quarzo con una capacità di 12,7pF e per ridurre al minimo i disturbi bisognerà posizionare il quarzo il più vicino possibile al chip riducendo al minimo i collegamenti via filo. ■

Come costruire un voltmetro seriale utilizzando unicamente un PIC e pochi altri componenti

VOLTMETRO SERIALE

Per questo semplice progetto si richiede l'utilizzo di MeLabs PicBasic e di Microsoft Visual Basic versione Pro. Si richiede appunto la versione pro perché si necessita del controllo MSComm, non disponibile invece nella versione Learning edition. Il software del voltmetro si occupa di monitorare le porte seriali in attesa di informazioni inviategli dal PIC micro. Per questo progetto come si vede in figura 16.1 si utilizza il PIC16C71 un converter A/D con risoluzione di 8-Bit e di conseguenza il range di valori oscillerà tra 0 e 255 che andranno confrontati tra 0 e 5V rispettivamente. Per ottenere una buona approssimazione basterà moltiplicare il valore ottenuto per 0,0196 modificando quindi il range come da specifiche. Il software per la programmazione del PIC è direttamente scaricabile dal sito di Fare Elettronica, e lo stesso vale per il software in basic del voltmetro. Il voltmetro risultante da tale progetto è uno strumento altamente preciso con 256 possibili letture e quindi una risoluzione di 19,6mV per lettura ■

LISTA COMPONENTI

R1	4,7KΩ
R2	1KΩ
R3	potenziometro da 5KΩ
R4	220Ω
X1	quarzo da 4MHz
C1, C2	22pF

Figura 16.1: circuito elettrico del voltmetro seriale.

CHIAVE ELETTRONICA CON CHIP CARD

Un semplice circuito utile ad attivare una serratura elettrica o a tenere "sotto chiave" qualsiasi tipo d'apparecchio elettrico. Una chiave elettronica ad altissima sicurezza, da portare sempre in tasca

Questo circuito è nato per controllare l'accesso alle diverse camere di un albergo, sostituendo le classiche chiavi in metallo con le più moderne e diffuse chip-card che sono anche più facilmente personalizzabili. Lo schema come si vede in **figura 17.1** si basa sul popolare PIC16F84 della Microchip, il quale si occupa di gestire il tutto. All'inserzione della card il PIC, utilizzando il bus I2C, va a leggere la memoria della card in una locazione specifica che corrisponde al codice chiave in essa memorizzato, lungo 8 byte. La chiave letta viene confrontata con le due diverse chiavi contenute nella eeprom interna al PIC stesso, quindi, se la chiave è errata, si otterrà l'accensione del led rosso (DL1), ad indicare l'errore. Se la chiave letta dalla card corrisponde alla "chiave 1" memorizzata nel PIC, si ottiene l'accensione del led verde (DL2) e l'attivazione del relè RL1, comandato dal piedino 11 (RB5) del PIC. Diversamente, se la chiave letta dalla card corrisponde alla "chiave 2" memorizzata nel PIC, si ottiene l'accensione di entrambi i led e l'attivazione del relè. Il motivo per cui

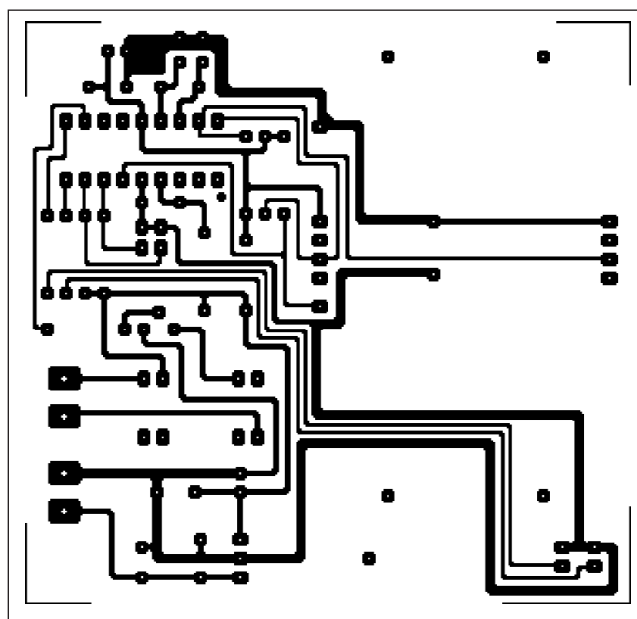
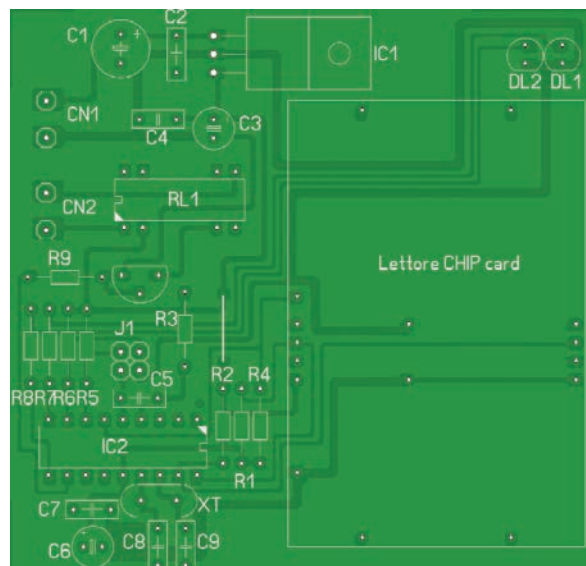
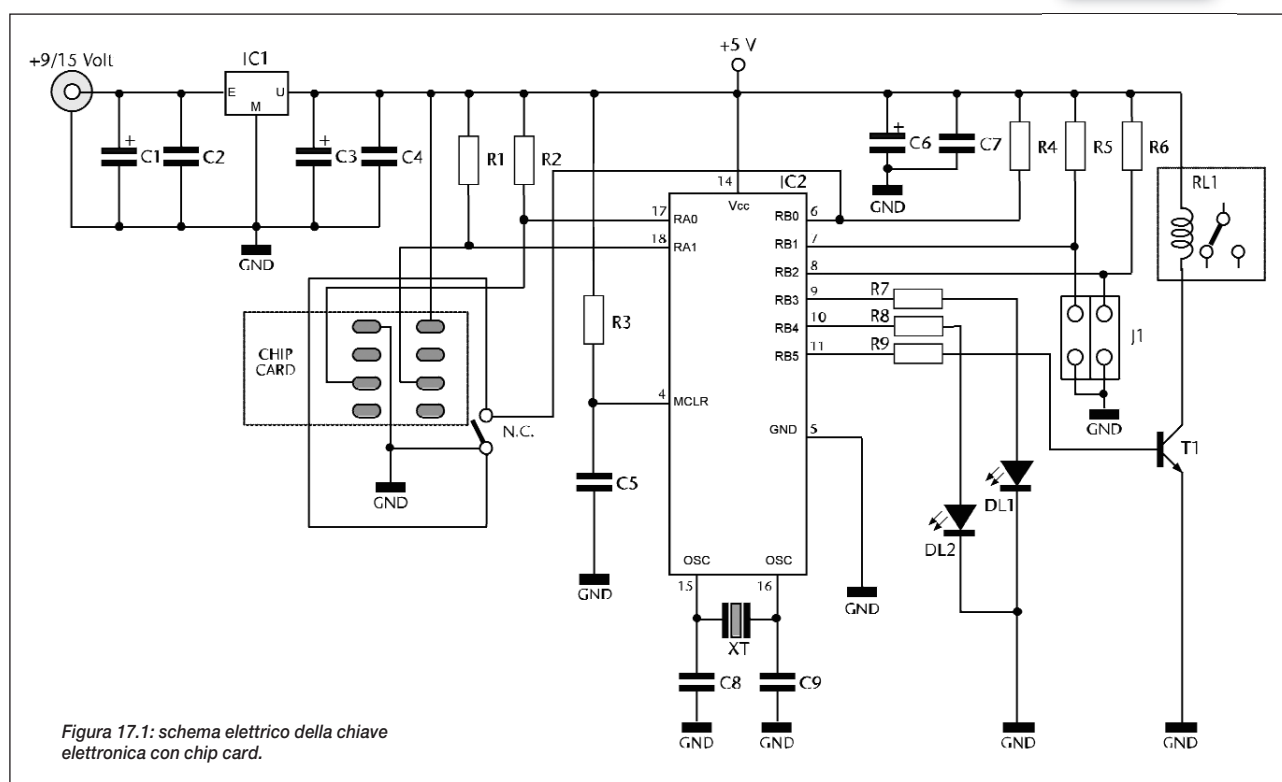
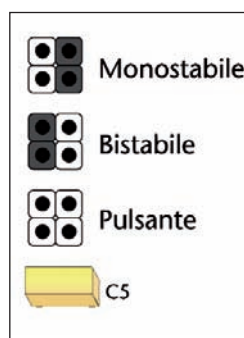



Figura 17.2: circuito stampato in scala 1:1 lato rame.

Figura 17.3: montaggio componenti.

Figura 17.1: schema elettrico della chiave elettronica con chip card.

LISTA COMPONENTI

R1	10 kΩ 1/4 W
R2	10 kΩ 1/4 W
R3	4,7 kΩ 1/4 W
R4	10 kΩ 1/4 W
R5	10 kΩ 1/4 W
R6	10 kΩ 1/4 W
R7	820 Ω 1/4 W
R8	820 Ω 1/4 W
R9	3,3 kΩ 1/4 W
C1	220 µF 35 V elettrolitico
C2	100 nF 63 V poliestere
C3	100 µF 25 V elettrolitico
C4	100 nF 63 V poliestere
C5	100 nF 63V poliestere
C6	10 µF 50 V elettrolitico
C7	100 nF 63 V poliestere
C8	22 pF ceramico
C9	22 pF ceramico
IC1	LM7805
IC2	PIC16F84
T1	BC237
CN1	Connettore per C.S.
	2 poli passo 5 mm
CN2	Connettore per C.S.
	2 poli passo 5 mm
DL1	LED 3 mm rosso
DL2	LED 3 mm verde
RL1	Relè 1 scambio DIL
XT	Quarzo 4 Mhz
J1	Ponticelli removibili o fissi
Chip Card con eeprom 24C02	

Figura 17.4: impostazioni di J1 per le diverse modalità di lavoro del relè.

si è prevista la seconda chiave è dovuto al fatto che in questo modo si può creare una card universale che apre tutte le porte (card di servizio). Il modo di funzionamento del relè può essere impostato tramite i ponticelli J1, in questo modo **(figura 17.4)**:
Monostabile (OFF-ON).
Bistabile (ON-OFF).
Temporizzato ad un secondo (OFF-OFF).
Nel caso in cui, per errore, si mettano entrambi i ponticelli ad on (tutti e due chiusi), il circuito darà un messaggio di errore segnalato con il lampeggio dei due led, in questo caso bisogna togliere uno dei due ponticelli e resettare il circuito. Per il montaggio sarebbe consigliabile un circuito stampato, **(figura 17.2)** evitando quindi le basette millefori, il quale andrà poi inserito, in base alle vostre esigenze, in un contenitore adeguato. Per facilitare l'operazione d'inserimento delle chiavi abbiamo realizzato un programma, il Key Manager che potrete scaricare dal sito di Fare Elettronica. Esso, una volta inserite le chiavi nelle apposite righe, genera automaticamente i files HEX da inserire nel PIC e nella Chip-card. Una volta creati i files dovrete procedere alla programmazione del PIC e della chip-card tramite un apposito programmatore; uno dei più diffusi software per la programmazione di microcontrollori e di eeprom è IC-PROG scaricabile all'indirizzo: www.ic-prog.com. Il Key Manager, presenta due "pannelli" distinti: quello per la scheda, che presenta una sola chiave, e quello per il lettore che ha invece due chiavi, la primaria e la secondaria (o di servizio). Finché non inserite le chiavi, che dovranno essere necessariamente composte da 8 bytes, i pulsanti resteranno disabilitati. Nel caso fosse necessaria una sola chiave si procederà con l'inserire due volte la stessa chiave. I pulsanti con il simbolo del floppy, se premuti, generano il file .hex necessario alla programmazione del PIC e della chip-card. ■

PIC A INFRAROSSI

Questo progetto interfaccia un telecomando ad un PIC ottenendo le basi per numerosi progetti

Il telecomando scelto per il progetto è l'universale SIMPLEX prodotto da VISA Electronics che vanta buona reperibilità e un costo molto competitivo. Si tratta di un telecomando semplificato (da cui il nome SIMPLEX) dotato solamente di sei pulsanti con le seguenti funzioni:
Cambio canale + (P+).
Cambio canale - (P-).
Volume + (V+).
Volume - (V-).
Mute (M).
Power (PW).
Questo telecomando dispone di un dip-switch, accessibile rimuovendo lo sportello del porta batteria
Per questo progetto si è scelto il seguente settaggio dei dip-switch (e relativo segnale in uscita):
DIP1 = On
DIP2 = Off
DIP3 = Off
DIP4 = Off
DIP5 = On
Per decodificarlo è stato impiegato un ricevitore ad infrarossi IS1U60, prodotto dalla SHARP. Questo componente è di facile reperibilità ma può essere sostituito con un altro modello di pari caratteristiche. Se ora si alimenta il ricevitore e si collega vout a un oscilloscopio otterremo a schermo i segnali corrispondenti alla pressione di un tasto sul telecomando. Come si potrà notare ciò che distingue le sei sequenze è il numero di impulsi a zero consecutivi. Dopo aver analizzato tutte le sequenze possiamo costruire una semplice tabella che sarà poi usata dal sorgente del PIC per associare tramite l'ausilio del registro accumulatore W a ciascuna sequenza il tasto premuto, visualizzandolo poi su display LCD.
Come si vede in **figura 18.1** il circuito elettrico è molto semplice i componenti richiesti sono pochi e il PIC adottato è un 16F84. ■

Figura 18.1: circuito elettrico.

LISTA COMPONENTI

R1	10K
R2	1K
C1	100nF
C2	22pF
C3	22pF
X1	quarzo 4MHz
SENS	IS1U60
LCD	display 16x2
U1	PIC16F84

PIC
16F84

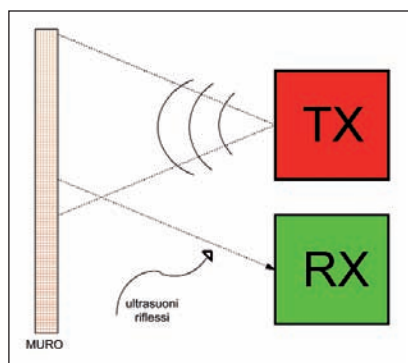
PIC SONAR

Questo che si propone è un valido progetto dai molteplici usi che ci permetterà di adattarlo a un elevato numero di applicazioni

Il principio su cui si basa il progetto è la trasmissione di un impulso sonoro a 40KHz (non udibile dall'orecchio umano) e il calcolo del tempo di ricezione dello stesso, permettendo di conoscere la distanza a cui si trova l'ostacolo.

Il calcolo della distanza viene effettuato usando la seguente formula:

Distanza=(SS * T)/2

dove SS indica la velocità del suono in aria (a temperatura ambiente circa 340m/s) [m/s] mentre T indica il tempo di ritorno dell'eco. Nel caso in cui si voglia modificare il valore di SS per motivi dovuti alla temperatura di utilizzo è possibile farlo direttamente modificando il sorgente del programma. La stessa considerazione è valida nel caso in cui si voglia adottare un trasmettitore ad ultrasuoni a frequenze diverse in tal caso il circuito elettrico di **figura 19.1** rimmarà identico l'unica modifica riguarderà la parte software. Per tarare il nostro circuito si dovrà agire sulla resistenza variabile VR affinchè posizionando il sensore ad un metro da un muro si legga sui display la misura 100.

Come si vede nel circuito di **figura 19.1** si utilizza un PIC 16F88 che grazie al connettore ICSP potrà essere programmato direttamente su scheda. Si è scelto il 16F88 per la presenza interna del modulo CCP (Capture, Compare, and PWM) usato per la misura e il controllo di segnali con caratteristiche variabili nel tempo.

Inoltre come si vede nel circuito elettrico si utilizzano quattro transistor NPN per permettere l'accensione dei display con la tecnica del multiplexing. La visualizzazione della distanza è mostrata in metri e sarà visualizzata su 4 display a catodo comune.

Il risultato che si ottiene è un progetto con un'accuratezza di +/- 3cm in grado di rilevare distanze superiori a 5 cm e inferiori a 3m.

Direttamente dal sito di Fare Elettronica sarà scaricabile sia il codice sorgente che quello già compilato dando la possibilità al progettista di poter variare valori e parametri in modo da ottenere un dispositivo affidabile personalizzabile. ■

LISTA COMPONENTI

C1	10µF elettrolitico
C2-C3	100nF
C4-C8	100nF
D1, D2, D3	1N4148
M2	microfono
R14	100Ω
R13	1MΩ
R3, R6	2,7kΩ
R4, R7	2,2kΩ
R1, R2, R3	100kΩ
R5, R10	10kΩ
R12, R11, R9	1kΩ
R15-R18	1kΩ
TR1-TR9	NPN BC547B
U1	LM7805C
U2	PIC16F88
U3	LM311
VR	potenziometro 10KΩ
WD	Trasmettitore piezoelettrico a ultrasuoni

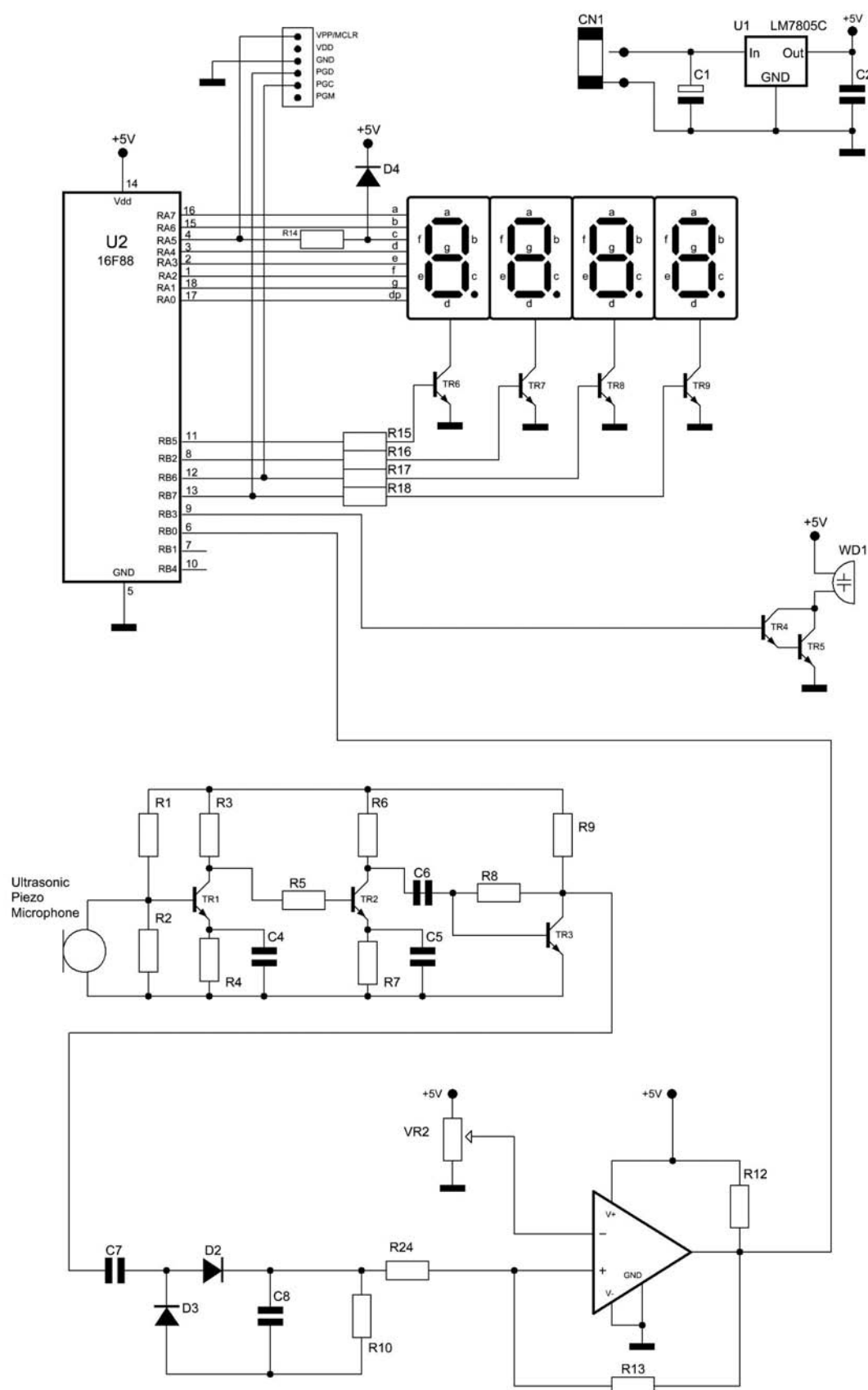



Figura 19.1: circuito elettrico del sonar.

FAN SPEED **CONTROL**

Controllare la velocità delle nostre ventole per computer ora sarà più affidabile e personalizzabile grazie a questo dispositivo

Questo progetto permette di costruire un dispositivo molto utile in particolar modo per i vecchi computer o per computer più recenti dove in caso di overclock si raggiungono temperature più alte del solito. In questi casi è comodo affidare la salute del nostro processore a un dispositivo che si occupa appunto di controllare la temperatura e variare in modo automatico la velocità delle ventole. Il circuito proposto prevede tre sensori di temperatura (LM60 della National Semiconductors) che potranno essere posti nei punti strategici come la scheda video il microprocessore e le memorie in modo tale da aumentare la velocità anche se uno solo dei sensori supera la temperatura di allarme. Le soglie di temperatura corrispondono a delle soglie di tensione che potremo regolare tramite l'ausilio di 3 trimmer impostando quindi per ciascuna sonda la temperatura limite entro la quale far intervenire l'accelerazione di rotazione. Per evitare danni alle ventole si sono usate tre precauzioni:

1 tramite il potenziometro R9 è possibile impostare una velocità di rotazione della ventola minima che viene bypassata solo nel caso uno dei tre sensori rilevi una temperatura superiore a quella impostata.

2 nel caso in cui un sensore misuri una temperatura troppo alta la velocità della ventola viene aumentata in modo lineare evitando danni meccanici alla ventola causati da improvvisi cambi di velocità

3 quando il sensore che ha procurato l'allarme ritorna ad una temperatura accettabile la ventola non cessa di girare ma rallenta con velocità lineare.

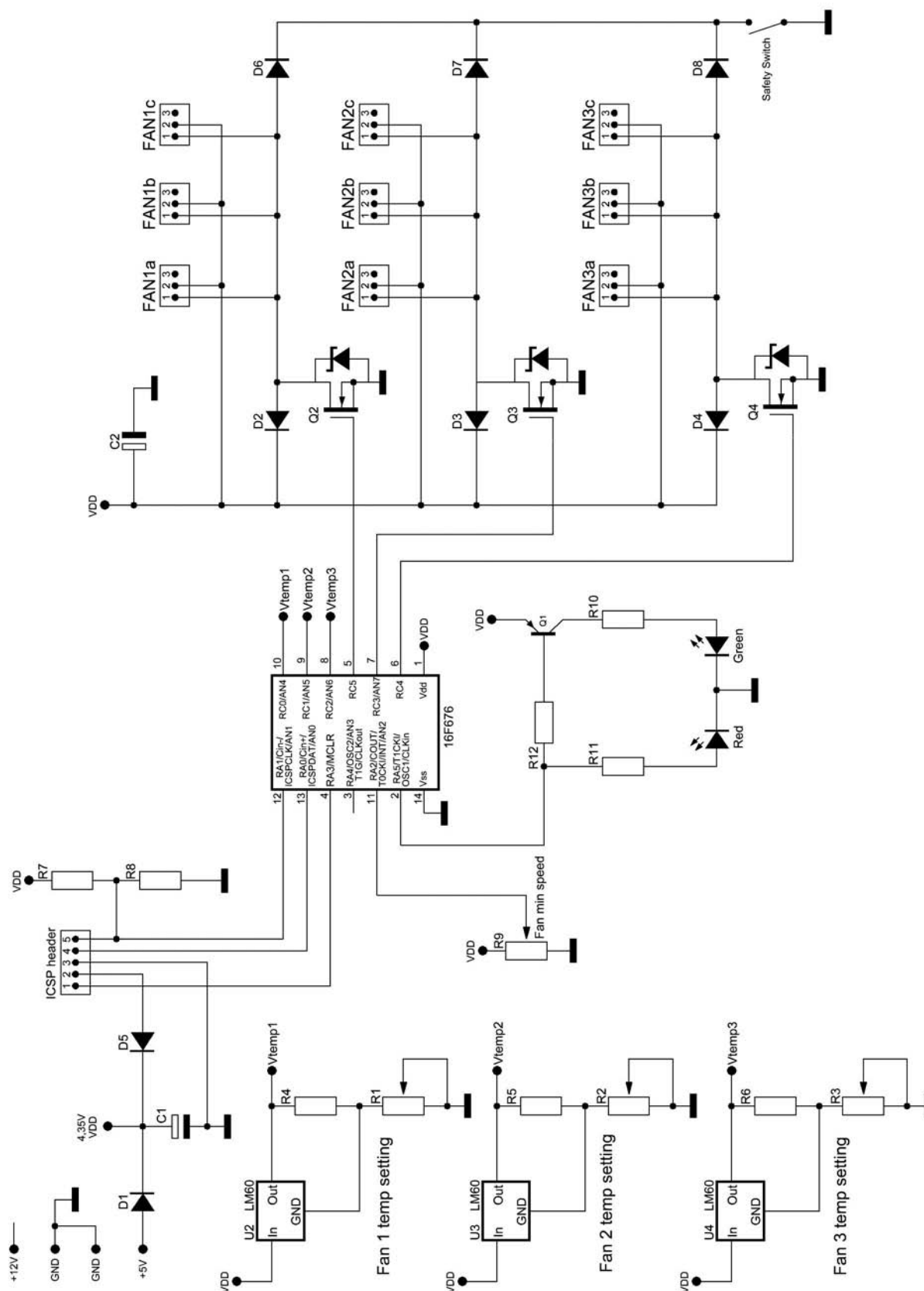
Come si vede in **figura 20.1** il circuito elettrico è molto semplice e si basa su un PIC16F676 che controlla direttamente le ventole con un segnale PWM. Tale segnale pilota le ventole alternando veloci accensioni e spegnimenti a duty cycle variabile permettendo ai transistor di uscita di non surriscaldarsi.

Per segnalare l'incremento di temperatura si utilizza un led bicolore rosso e verde che cambierà gradualmente colore con l'aumentare della temperatura.

Per eventuali malfunzionamenti è stato anche inserito uno switch di sicurezza che permette di escludere qualsiasi controllo da parte del microcontrollore impostando la velocità minima di default. ■

LISTA COMPONENTI

R1-R3	potenziometri 500Ω	D9-D11	diodo schottky
R4-R6	1KΩ	C1, C2	10µF elettrolitico
R7	2,49KΩ	Q1	BC557
R8	1,5KΩ	Q2-Q4	BUZ72 transistore canale N
R9	potenziometro 1KΩ	FAN1a-FAN3c	connettori per ventole
R10, R11	330Ω	U1	PIC16F676
R12	5,6KΩ	U2-U4	LM60
D1-D5	1N4148	LED	Led bicolore
D6-D8	1N4001		

Figura 20.1: circuito elettrico del fan speed control.

PROBE UNIVERSALE

Un semplice progetto che permette di sfruttare al massimo le capacità di un PIC dotando una semplice sonda di svariate funzioni

Un progetto il cui circuito è essenziale ma nasconde potenzialità immani gestite tutte tramite software. Come si vede nel circuito elettrico si è usato un solo PIC il 16F870 e pochi altri componenti facilmente reperibili e dal costo contenuto. Per la visualizzazione si è scelto un LTC4627 che si è dimostrato estremamente comodo grazie alle sue dimensioni compatte per l'eventuale package della sonda. Sempre riguardo alla visualizzazione come si nota nel circuito elettrico di **figura 21.1** sono assenti le classiche resistenze per la limitazione di corrente, la motivazione è che il software prevede che il pic accenda un segmento alla volta con una frequenza non per-

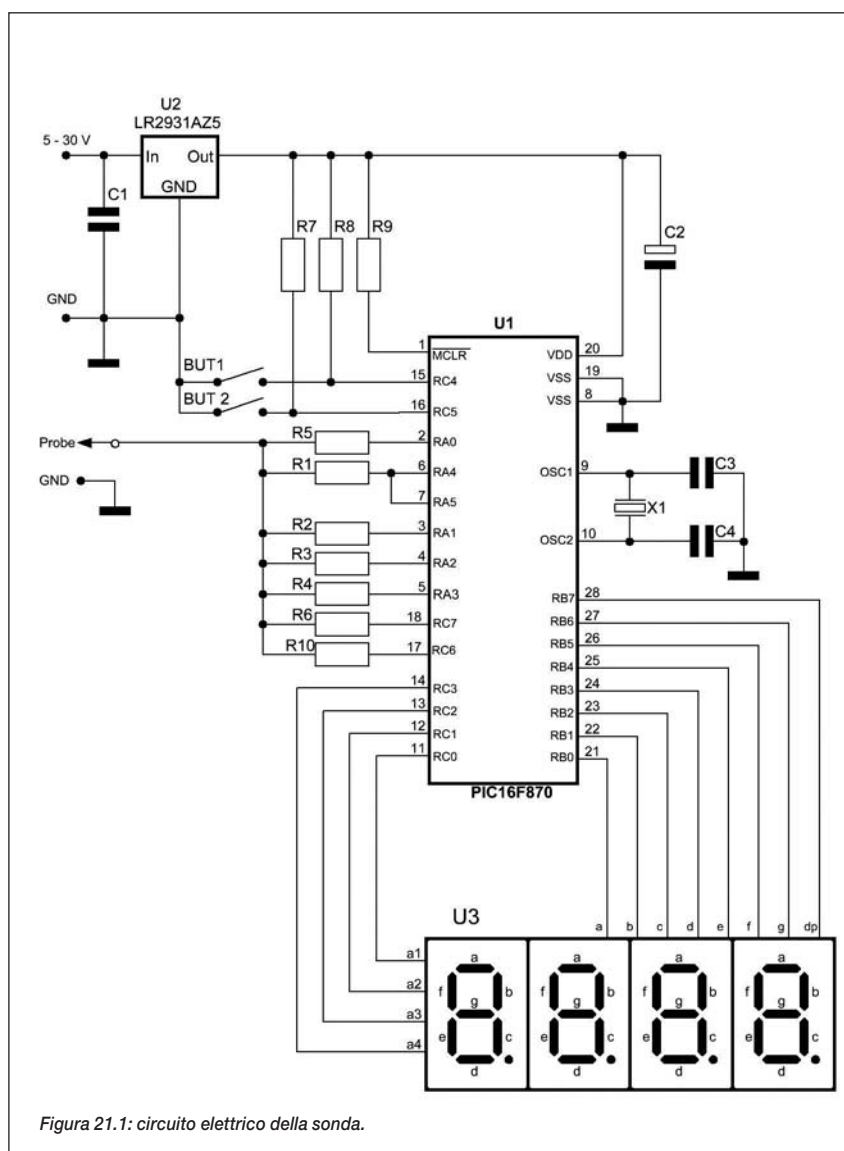



Figura 21.1: circuito elettrico della sonda.

PROBE-Sonda logica
Se riesce a rilevare l'impulso (durata minima per essere rilevato 0,5µS) visualizza nella prima locazione del display: "H" (1 logico) per tensioni superiori a 3,7V, "L" (0 logico) per tensioni inferiori a 0,8V, "-" per tensioni comprese tra 0,8V e 3,7V. Mentre nella seconda locazione apparirà una "P" che indica la rilevazione corretta di un impulso.

PULS-Generatore di impulsi
Genera delle serie di impulsi che potremo poi riutilizzare invertendone l'emissione.

PWM
Genera un segnale digitale a 6KHz con impulso variabile tra il 3% e il 97%.

COIL-Induttometro
La funzione è la medesima di quella precedente e ci permetterà di misurare induttanze con valori compresi tra 0,1mH e 999,9mH.

VOLT-Voltmetro
Permette di misurare tensioni con un range tra 0 e 5V con un errore del 2% che comunque non dovrebbe causare grossi problemi per fare delle misure non troppo precise.

DIOD-Voltmetro per giunzioni
La funzione è la medesima di quella precedente l'unica differenza è che se ci si collega un diodo o un transistore verrà visualizzata la tensione di drop.

CAP-Capacimetro
Quando un condensatore viene collegato alla sonda premendo il tasto 1 potremmo leggerne il valore su display. per valori compresi tra 0,001µF e 500 µF. Il tempo di misura varierà a seconda delle dimensioni della capacità

[]-Onda quadra
Genera un'onda quadra da 1Hz a 9999Hz. Con il tasto1 si diminuisce la frequenza mentre con il tasto 2 si aumenta.

SIG-Generatore di segnale
Tenendo premuto il tasto 1 si genera un'onda quadra a 500Hz a 0,5V.

ntSC-Video pattern
Tenendo premuto il tasto 1 si genera un video frame NTSC.

9600-Serial ASCII
Permette di avere a portata di mano l'intero codice ASCII tramite la pressione del tasto 1 facendo visualizzare per le lettere dalla A alla Z il relativo codice ASCII.

MIDI-Midi note
Permette di inviare la nota DO a ciascuno dei 16 canali midi. Premendo il tasto 1 possiamo far partire la nota o fermarla mentre con il tasto 2 possiamo agire singolarmente sui 16 canali.

R/C-Servo
Genera impulsi da 1mS a 2mS per servo r/c. Il tasto 1 incrementa la durata mentre il tasto 2 decrementa. Di default è a 1,5mS.

PRN-Numeri pseudo casuali
Genera una serie digitale PRN a 10KHz.

Ir38-Onda quadra duty cycle variabile
Genera una forma d'onda a 38KHz con la possibilità di variare la durata dell'impulso 0 da 1mS a 2,5mS. Questa funzione è particolarmente utile per testare i moduli riceventi IR.

FrEq-Frequenzimetro
Permette di misurare valori di frequenza e di visualizzarli in modo corretto anche avendo a disposizione i soli 4 display in quanto grazie alle funzioni dei tasti possiamo controllare l'intera misura anche se supera i 4 numeri. Se la parte decimale lampeggia vuol dire che la misura è in MHZ mentre se rimane fisso è inKHz.

CNT-Conta eventi
Permette di poter visualizzare gli ultimi dati misurati.

Tabella 21.1: funzioni svolte dalla sonda.

LISTA COMPONENTI

R1	470Ω
R2	100Ω
R3	150Ω
R4	100KΩ
R5	20Ω
R6-R9	10KΩ
C1	0,1µF
C2	100µF elettrolitico 16V
C3-C4	22pF
X1	20MHz
U1	PIC16F870
U2	LM2931AZ5
U3	LTC4627
BUT1-BUT2	pulsanti di piccolo dimensioni
Puntale di quelli classici da voltmetro	

cepibile all'occhio umano dando l'effetto di essere sempre acceso.
Un'altra particolarità riguarda le resistenze tra la sonda e la porta A del pic; ciascuna di queste resistenze ha un particolare utilizzo in quanto ciascun piedino del pic coinvolto svolge una determinata funzione della nostra sonda.
La sonda ha soli due tasti come interfaccia utente ma sono più che sufficienti in quanto potremo cambiare modalità di funzionamento schiacciando il tasto 1 mentre è già premuto il tasto 2.
Nella **tabella 21.1** è possibile valutare tutte le 17 funzioni della nostra sonda logica tutto fare.
Questo progetto è quindi la conferma che con un PIC è possibile realizzare praticamente di tutto senza alcun limite e per farlo non è necessario un PIC di fascia alta.
Nel caso in cui si volesse dotare il progetto di un contenitore che nasconda il circuito è possibile recuperare facilmente dei package plastici solitamente appartenenti a vecchi lettori MP3 che sono già di natura forniti di vetrino trasparente da cui potremo vedere i 4 display. Per quanto riguarda il puntale della sonda è possibile utilizzare un comunissimo puntale da multimetro, mentre per i tasti vanno bene dei comunissimi pulsantini di dimensioni ridotte. A questo punto si avrà a disposizione una sonda molto piccola ma in grado di soppiantare molti altri strumenti altrimenti necessari in caso di necessità. ■

SET ISTRUZIONI PIC16F84A

In questa pagina verrà descritto in modo sintetico il set delle principali istruzioni assembly del PIC16F84A. Ciascuna istruzione è una word di 14 bit ed è suddivisa in un opcode che specifica l'azione da eseguire ed uno o più operandi coinvolti nell'operazione. La maggior parte di queste istruzioni è comune a tutte le famiglie di PIC

ADDLW *addlw k*
Somma la costante k al valore memorizzato nell'accumulatore W e mette il risultato nell'accumulatore.

ADDWF *addlw f,d*
somma il valore contenuto nell'accumulatore **W** con il valore contenuto nel registro indirizzato dal parametro **f**. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

ANDWF *andwf f,d*
effettua l'AND logico tra il valore contenuto nell'accumulatore **W** ed il valore contenuto nel registro indirizzato dal parametro **f**. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

ANDLW *andlw k*
effettua l'AND logico tra k ed il valore memorizzato nell'accumulatore W e mette il risultato nell'accumulatore.

BCF *bcf f,b*
azzera il bit b del registro all'indirizzo **f**.

BSF *bsf f,b*
mette a uno il bit b del registro all'indirizzo **f**.

BTFSC *btfsc f,b*
controlla il bit b contenuto nel registro all'indirizzo f e salta l'istruzione successiva se questo vale 0.

BTFSS *btfss f,b*
controlla il bit b contenuto nel registro all'indirizzo f e salta l'istruzione successiva se questo vale 1.

CALL *call k*
richiama in esecuzione una subroutine memorizzata all'indirizzo k.

CLRF *clrf f*
azzera il valore contenuto nel registro indirizzato dal parametro **f**.

CLRW *clrw*
azzera il valore contenuto nel registro **W**.

CLRWDT *clrwdt*
azzera il valore contenuto nel registro **W**. Opzione Watchdog abilitata.

COMF *comf f,d*
effettua il complemento del valore contenuto nel registro indirizzato dal parametro **f**. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

DECF *decf f,d*
decrementa il contenuto del registro indirizzato dal parametro **f**. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

DECFSZ *decfsz f,b*
stessa funzione di DECF ma se il risultato vale zero salta l'istruzione successiva.

GOTO *goto k*
determina un salto del programma in esecuzione all'indirizzo k. Il parametro k può essere specificato utilizzando direttamente il valore numerico dell'indirizzo oppure la relativa label.

INCF *incf f,d*
incrementa il contenuto del registro all'indirizzo **f**. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

INCFSZ *incfsz f,b*
stessa funzione di INCF ma se il risultato vale zero salta l'istruzione successiva.

IORLW *iorlw k*
effettua l'**OR** tra il valore contenuto nell'accumulatore **W** ed il valore costante **k**.

IORWF *iorwf f,d*
effettua l'OR tra il valore contenuto nell'accumulatore **W** ed il valore contenuto nel registro indirizzato dal parametro **f**. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

MOVLW movlw k
assegna all'accumulatore **W** il valore costante **k.**

MOVF *movf f,d*
copia il contenuto del registro indirizzato dal parametro f nell'accumulatore W o nello stesso registro f. Il parametro **d** determina la destinazione del risultato che è memorizzato nell'accumulatore W (se d=0) o nello stesso registro f (se d=1).

MOVWF *movwf f*
copia il contenuto del **registro W** nel registro indirizzato dal parametro **f**.

NOP *nop*
esegue alcuna operazione, ma è utile per inserire ritardi pari ad un ciclo-istruzione.

RETFIE *retfie*
deve essere inserita al termine di ogni subroutine di gestione degli interrupt per ridare il controllo al programma principale.

RETLW *retlw k*
ritorna il controllo da una subroutine al programma principale. A differenza dell'istruzione RETURN essa consente di passare, tramite l'accumulatore W, il valore costante k al programma principale.

RETURN *return*
deve essere inserita al termine di ogni subroutine per riprendere l'esecuzione del programma principale.

RLF *rlf f,b*
ruota i bit contenuti nel registro all'indirizzo **f** verso sinistra.

RRF *rrf f,b*
ruota i bit contenuti nel registro all'indirizzo **f** verso destra.

SLEEP *sleep*
l'esecuzione del programma in corso e porta il PIC nello stato di standby.

SUBLW *sublw k*
sottrae alla costante **k** il valore memorizzato nell'accumulatore **W**.

SUBWF *subwf f,d*
sottrae il valore contenuto nel **registro W** dal valore contenuto nel registro indirizzato dal parametro **f**. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

SWAPF *swap f,d*
scambia il valore del quattro bit più significativi (D7-D4) contenuti nel registro all'indirizzo f con i quattro bit meno significativi (D3-D0) dello stesso. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

XORLW *xorlw k*
effettua l'OR esclusivo (XOR) tra il valore contenuto nell'accumulatore **W** ed il valore costante **k**.

XORWF *xorwf f,d*
effettua l'OR esclusivo (XOR) tra il valore contenuto nell'accumulatore **W** ed il valore contenuto nel registro indirizzato dal parametro **f**. In base al valore di **d**, il risultato è memorizzato nell'accumulatore **W** (se **d=0**) o nello stesso registro **f** (se **d=1**).

PIC SUL WEB

Una rassegna di siti Web in cui si discute di microcontrollori PIC

www.ingegneria-elettronica.com/forum

Forum di ingegneria elettronica è uno spazio aperto alla discussione di tutti gli argomenti riguardanti la didattica universitaria, a partire dagli aspetti più teorici fino alle applicazioni più pratiche in campo elettronico ed informatico, e all'ambito professionale/lavorativo. Il forum è frequentato principalmente da studenti universitari che pongono domande e spesso rispondono a quelle dei propri colleghi, ma anche da ex studenti che discutono di problematiche circa la loro professione e da neodiplomati che cercano un consiglio sulla loro futura carriera formativa. Il forum nasce dal progetto di uno studente dell'Università Politecnica delle Marche, ed è ospitato dal portale INGEGNERIA ELETTRONICA (www.unielettronica.altervista.org) in cui si possono trovare appunti, esercizi tesine e molto altro materiale didattico di supporto.

ELECTROPORTAL

All'interno del sito *www.electroportal.net* è attivo un forum frequentato da qualificati professionisti, tecnici esperti, insegnanti, studenti. La disponibilità dei moderatori si spinge fino alla progettazione "dal vivo" di circuiti elettronici con l'uso di programmi di simulazione e con l'implementazione di software per PIC. Electroportal.net è un sito ricco di articoli tecnici e didattici, affermatosi nel panorama elettrico del web italiano già da alcuni anni.

WWW.PCTUNER.NET

PcTuner.net è stato fondato nel 1999 da Luigi Mango, attuale amministratore. Gli argomenti tecnici trattati dal portale sono: Information technology, hardware, software, gadget elettronici, overclock e raffreddamento ad aria-liquido con articoli e recensioni approfondite. News giornaliere di veloce lettura ma esaustive. Sezioni dedicate all'elettronica ed ai pic. PcTuner ha poi un forum di discussione con circa 16.000 utenti, ed è una delle maggiori community tecnologiche italiane. Lo staff è composto da venti persone, ed è in contatto con i maggiori costruttori di hardware del panorama mondiale, questo permette al portale di presentare spesso news ed articoli in anteprima. Nel 2006, PcTuner.net ha presentato il proprio servizio gratuito di upload delle immagini in rete, denominato PcTunerUP. Completano l'offerta di servizi gratuiti la fornitissima sezione download, con giochi free, utility e drivers. Prossimamente verrano inaugurati i blog tematici e una email personale.

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Maurizio Del Corso

Segreteria di redazione
Fabiana Rosella

Art Director
Patrizia Villa

Direzione Redazione Pubblicitá
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225
info@inwaredizioni.it
www.inwaredizioni.it
Redazione: fw@inwaredizioni.it

International Advertising
IEM - Wintergasse, 52
3002 Purkersdorf Austria
Tel. +43 2231 68347
Fax. +43 2231 68402
IEM@inwaredizioni.it

Stampa
TIBER S.p.A.
Via della Volta, 179
25124 Brescia (Italy)

Distribuzione
Parrini & C. S.p.a.
Viale Forlanini, 23
20134, Milano

Ufficio Abbonamenti
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504755
Fax. 02.66508225
L'ufficio abbonamenti è disponibile telefonicamente dal lunedì al venerdì dalle 14,30 alle 17,30.
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225

Poste Italiane S.p.a.
Spedizione in abbonamento Postale D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano.
Abbonamento per l'Italia:
€ 49,50
Abbonamento per l'estero:
€ 115,00
Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, a **€ 9,00** oltre le spese di spedizione
Autorizzazione alla pubblicazione del Tribunale di Milano n. 20 del 16/01/2006

Collaborare con FARE ELETTRONICA
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Maurizio Del Corso (m.delcorso@inwaredizioni.it) e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.